Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Guide de l'utilisateur du Code national de l'énergie pour les bâtiments – Canada 2015

Publié par la

Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies

Conseil national de recherches du Canada

La présente publication a été rendue possible grâce au soutien technique et financier de :

Ressources naturelles Canada | Natural Resources Canada

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Première édition 2014
Deuxième édition 2019

ISBN 0-660-25777-8

NR24-24/1-2015F-PDF

NRCC-CONST-56248F

© Conseil national de recherches du Canada 2019
Ottawa
Droits réservés pour tous pays

Imprimé au Canada

Première impression

2 4 6 8 10 9 7 5 3 1

Available also in English:

User's Guide – National Energy Code of Canada for Buildings 2015
NRCC-CONST-56248E
ISBN 0-660-25776-1
NR24-24/1-2015E-PDF

Table des matières

Introduction

Commentaire sur la partie 3 Enveloppe du bâtiment

Commentaire sur la partie 4 Éclairage

Commentaire sur la partie 5 Chauffage, ventilation et conditionnement d'air

Commentaire sur la partie 6 Installations d'eau sanitaire

Commentaire sur la partie 7 Systèmes de distribution d'électricité et moteurs électriques

Commentaire sur la partie 8 Méthode de conformité par la performance énergétique

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Introduction

Le présent guide est la deuxième édition du Guide de l'utilisateur du Code national de l'énergie pour les bâtiments – Canada (CNÉB). Ce guide vise à servir de complément au CNÉB 2015, et à augmenter la compréhension que les utilisateurs ont de l'intention et de l'application du code sur le terrain; il n'est donc pas destiné à être utilisé seul. Le guide de l'utilisateur contient de l'information générale, du matériel explicatif et, dans certains cas, des approches suggérées pour certaines questions de conception ou de conformité, mais ne contient pas d'exigences obligatoires et n'est ni un manuel ni un guide de conception. Les figures qu'il renferme sont des schémas généraux et les exemples sont fournis à titre illustratif seulement; ils ne constituent en aucun cas des recommandations en matière de conception.

Le guide de l'utilisateur se compose de commentaires sur les parties 3 à 8 du CNÉB, mais ne traite pas de chacun des articles du CNÉB. Son contenu porte sur des aspects sur lesquels il a été jugé que des explications additionnelles ou des exemples et des calculs détaillés étaient requis.

Élaboration

La présente édition du guide de l'utilisateur est fondée sur la première édition publiée en 2011. Du nouveau contenu a été élaboré pour l'édition 2015 afin de tenir compte des exigences du CNÉB de 2015 nouvelles et actualisées.

Le Guide de l'utilisateur du CNÉB a été préparé par le Groupe de travail sur le guide de l'utilisateur du Comité permanent de l'efficacité énergétique des bâtiments qui se compose des membres suivants :

D. Bartel (président)
R. Cardinal
H. Hayne
M. Kelly
K. W. Lau
M. Roy

Les membres suivants du personnel de Codes Canada ont fourni le soutien technique et administratif nécessaire au Groupe de travail :

T. Achour
G. Fairthorne
E. Girgis
M. Mihailovic
P. Tardif
R. Ullah
M. Zeghal

Codes Canada tient à remercier particulièrement E. Richman et N. Smirnov pour avoir mis à contribution leur expertise technique dans l'élaboration du présent guide de l'utilisateur.

Aperçu du CNÉB

Objectifs

À l'instar des autres codes modèles nationaux de construction, le CNÉB est un code axé sur les objectifs. Son objectif principal est de limiter l'impact négatif de la conception et de la construction

des bâtiments sur l'environnement (objectif « OE Environnement »). Plus particulièrement, ses dispositions visent à limiter la probabilité que les bâtiments utilisent une quantité excessive d'énergie (sous-objectif « OE1.1 Utilisation excessive d'énergie »). Tandis que les autres codes portent sur différents objectifs de sécurité, de santé, de protection des bâtiments et d'accessibilité, l'efficacité énergétique est l'unique objectif du CNÉB. Par exemple, si le CNÉB contient des exigences liées à la puissance appelée des ventilateurs d'une installation, il ne contient pas d'exigences touchant le débit de ventilation puisque de telles exigences sont liées à l'objectif de santé et sont contenues dans le Code national du bâtiment – Canada.

Parties du CNÉB abordées dans le présent guide

Le guide de l'utilisateur traite des dispositions techniques du CNÉB, qui sont contenues dans les parties 3 à 8 de la division B du CNÉB :

Partie 3 : Enveloppe du bâtiment
Partie 4 : Éclairage
Partie 5 : Chauffage, ventilation et conditionnement d'air
Partie 6 : Installations d'eau sanitaire
Partie 7 : Systèmes de distribution d'électricité et moteurs électriques
Partie 8 : Méthode de conformité par la performance énergétique

Conformité

Le CNÉB renferme trois méthodes de conformité : la méthode prescriptive, la méthode des solutions de remplacement et la méthode de performance (voir l'organigramme à la figure A-1.1.2.1. de la division B du CNÉB).

La méthode prescriptive est une approche convenue de conformité de la conception du bâtiment en vertu de laquelle les dispositions des sections 3.2., 4.2., 5.2., 6.2. et 7.2. du CNÉB sont appliquées de la façon indiquée. Par exemple, pour réaliser une enveloppe de bâtiment conforme au CNÉB au moyen de la méthode prescriptive, un concepteur suivrait les dispositions présentées à la section 3.2. du CNÉB, Méthode prescriptive.

Si un constructeur, un concepteur ou un propriétaire de bâtiment veut avoir recours à un système ou à un paramètre du bâtiment qui ne satisfait pas au niveau de performance minimal requis dans la méthode prescriptive, il peut démontrer la conformité au moyen des dispositions de la méthode des solutions de remplacement énoncées aux sections 3.3., 4.3., 5.3. et 6.3. du CNÉB (il n'existe pas d'options de remplacement dans la partie 7 du CNÉB). La méthode des solutions de remplacement permet une certaine souplesse dans l'application des exigences prescriptives, sous réserve de restrictions. Une restriction prépondérante est que chaque méthode de solutions de remplacement est propre à la partie à laquelle elle s'applique : il ne peut pas y avoir d'échanges entre des systèmes ou des paramètres du bâtiment différents. Par exemple, la méthode des solutions de remplacement CVCA ne peut pas servir à des échanges entre les installations CVCA et l'enveloppe du bâtiment. Mais elle peut être utilisée pour remplacer une chaudière qui ne répond pas aux exigences prescriptives par des sections de traitement de l'air à moteurs haute efficacité à entraînement à fréquence variable, car ces sections dépassent le niveau minimal de performance des exigences prescriptives applicables. D'autres restrictions sont propres aux différentes méthodes de solutions de remplacement : par exemple, la méthode des solutions de remplacement en matière d'éclairage s'applique seulement à l'éclairage intérieur et non à l'éclairage extérieur.

Le principe clé des méthodes des solutions de remplacement est que l'énergie totale utilisée par le système ou le paramètre du bâtiment proposé doit être égale ou inférieure à l'énergie du système ou du paramètre du bâtiment de référence, lequel est fondé sur la méthode prescriptive. Le principal avantage de la méthode des solutions de remplacement est la souplesse qu'elle offre aux concepteurs, par rapport à la méthode prescriptive.

Un concepteur peut utiliser n'importe laquelle des options prescriptives ou de remplacement simples présentées dans chaque partie ou une combinaison d'options prescriptives simples pour certains paramètres du bâtiment et d'options de remplacement simples pour d'autres.

La méthode de conformité par la performance énergétique de la partie 8 du CNÉB est une approche qui s'applique à l'ensemble du bâtiment. La méthode compare la performance d'un bâtiment proposé

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

à celle d'un bâtiment de référence, c'est-à-dire un bâtiment conçu selon la méthode prescriptive. Dans la méthode de performance, les pertes de performance d'un système ou d'un paramètre du bâtiment peuvent être compensées par les gains de performance d'un autre système ou paramètre. Par exemple, un bâtiment proposé comportant une chaudière dont l'efficacité est inférieure aux exigences prescriptives pourrait avoir une enveloppe du bâtiment dont la performance thermique est supérieure à celle requise en vertu des exigences prescriptives. Si la consommation totale d'énergie du bâtiment proposé est égale ou inférieure à celle du bâtiment de référence, la conception est considérée comme conforme au CNÉB. La méthode de performance ne peut pas être utilisée pour évaluer la conformité de systèmes ou de paramètres du bâtiment individuels; si elle est choisie, elle doit être utilisée pour la conformité de l'ensemble des systèmes et des paramètres du bâtiment.

En raison de la complexité des calculs requis (p. ex., calculs horaires) dans l'application des dispositions de la méthode de performance, des simulations informatiques sont typiquement utilisées pour démontrer la conformité.

Variables des équations

Les variables des équations qui sont susceptibles d'être utilisées dans des logiciels sont laissées en anglais.

Normes incorporées par renvoi

Sauf indication contraire, les éditions applicables des normes incorporées par renvoi dans le présent guide de l'utilisateur sont celles incorporées par renvoi dans le CNÉB de 2015, y compris toute mise à jour à ces normes publiée par Codes Canada.

Renseignements additionnels

Les lecteurs sont encouragés à se familiariser avec la préface du CNÉB afin de prendre connaissance de renseignements importants sur le processus d'élaboration du code, sa structure et la relation entre ses divisions, et d'avoir une meilleure compréhension de l'approche axée sur les objectifs et de la façon dont cette approche ouvre la voie à l'innovation.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 3

Enveloppe du bâtiment

Objet (article 3.1.1.1.)

1. La partie 3 du CNÉB porte sur le transfert de chaleur et d'air au travers de l'enveloppe du bâtiment, et établit les mesures acceptables minimales relatives à la performance thermique adéquate des matériaux, des composants et des ensembles de construction qui font partie de l'enveloppe du bâtiment. Le CNÉB définit l'enveloppe du bâtiment comme suit : ensemble des composants qui isolent l'espace climatisé (y compris l'espace semi-chauffé) de l'espace non climatisé, de l'air extérieur ou du sol, ou qui isolent des espaces climatisés destinés à être maintenus à des températures différant par plus de 10 °C dans les conditions de calcul. L'enveloppe du bâtiment, qui inclut les murs, les toits, les planchers, le fenêtrage et les portes d'un bâtiment, contribue de façon importante à déterminer la quantité d'énergie requise pour répondre aux besoins des occupants d'un bâtiment. Le transfert de chaleur et d'air au travers de l'enveloppe du bâtiment est une considération importante du point de vue de l'efficacité énergétique.

Application (article 3.1.1.2.)

2. Les exigences de la partie 3 du CNÉB s'appliquent à tous les nouveaux bâtiments et les agrandissements qui sont équipés de systèmes de climatisation de l'espace ou qui permettent l'installation ultérieure de tels systèmes et dont la capacité du système de chauffage ou de refroidissement est égale ou supérieure à 10 W/m² de surface de plancher. Les exigences ne s'appliquent pas aux espaces non climatisés ni aux bâtiments agricoles.

Conformité (article 3.1.1.3.)

3. La conformité à la partie 3 du CNÉB peut être assurée au moyen de l'une des trois méthodes suivantes : la méthode prescriptive, la méthode des solutions de remplacement ou la méthode de performance. Les trois méthodes permettent aux concepteurs d'appliquer strictement les exigences prescriptives du CNÉB, d'utiliser des solutions de remplacement pour répondre aux exigences ou d'appliquer une approche plus détaillée de performance énergétique du bâtiment dans son ensemble. L'organigramme fourni à la figure A-3.1.1.3. 1) du CNÉB montre les options disponibles en vue de la conformité de l'enveloppe du bâtiment. Les trois méthodes de conformité sont expliquées aux paragraphes 38 à 64.

Caractéristiques thermiques des ensembles de construction (article 3.1.1.5.)

4. Les caractéristiques thermiques des matériaux de l'enveloppe du bâtiment sont typiquement déterminées au moyen d'essais conformes aux normes de matériaux pertinentes, dont beaucoup sont incorporées par renvoi au Code national du bâtiment – Canada 2015 (CNB). En l'absence d'une telle norme pour un matériau donné, ou lorsqu'une norme ne vise pas la détermination des caractéristiques thermiques d'un matériau, on peut obtenir ces données au moyen d'essais effectués conformément à la norme ASTM C 177, « Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus », ou de la norme ASTM C 518, « Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus ». Les fabricants mentionnent souvent ces normes dans la documentation sur les produits parallèlement aux propriétés thermiques de ces derniers.

5. Une compréhension des principes de base du transfert de chaleur, y compris des concepts de conductivité thermique et de résistance thermique, est essentielle à la conception, à la sélection

et à l'évaluation d'ensembles de l'enveloppe du bâtiment qui sont conformes aux exigences de la partie 3 du CNÉB.

6. La chaleur se déplace spontanément d'une aire à température élevée à une aire à basse température de manière à assurer un équilibre thermique. La circulation de la chaleur dans les ensembles de l'enveloppe du bâtiment se produit par l'effet combiné de la convection, du rayonnement et de la conduction. Les exigences du CNÉB portent sur la conduction. Il est possible de réduire au minimum le transfert de chaleur dans les ensembles de l'enveloppe du bâtiment en utilisant une combinaison de composants qui résistent à la circulation de la chaleur et en réduisant les fuites d'air.

7. Le coefficient de transmission thermique globale (coefficient U) est une mesure du taux, en $W/(m^2 \cdot K)$, de transmission de la chaleur au travers d'un ensemble de construction dont deux faces sont simultanément exposées à des températures différentes. Le coefficient U correspond au flux thermique traversant une unité de surface de l'ensemble en une unité de temps, en régime stable, pour une différence de température d'une unité de part et d'autre de cet ensemble. Le coefficient U reflète la capacité de tous les éléments constitutifs à transférer la chaleur au travers d'un ensemble de construction, y compris au travers des films d'air. La résistance thermique effective (valeur RSI, en unités métriques) est la réciproque de la transmission thermique globale, comme il est montré dans l'équation suivante, et est mesurée en $(m^2 \cdot K)/W$:

$$RSI = \frac{1}{U}$$

où

RSI = résistance thermique effective, en $(m^2 \cdot K)/W$; et
U = transmission thermique globale, en $W/(m^2 \cdot K)$.

8. Idéalement, les ensembles de l'enveloppe du bâtiment sont choisis ou conçus en fonction du type de bâtiment, de l'utilisation de ce dernier et de son emplacement puisqu'ils doivent être appropriés pour les charges tant internes qu'externes. Ils peuvent améliorer considérablement la performance globale et l'efficacité énergétique d'un bâtiment. Ils n'exigent pas l'utilisation directe d'énergie et ont un effet important sur le confort thermique, ainsi que sur les charges de chauffage et de refroidissement des bâtiments. La prise en considération des conditions extérieures auxquelles un ensemble de l'enveloppe du bâtiment sera soumis est une des premières étapes du processus de conception et de sélection.

9. La demande et les degrés-jours de chauffage (HDD) pour l'emplacement du bâtiment permettent une estimation raisonnable de la consommation annuelle d'énergie de chauffage. Les exigences de la partie 3 du CNÉB pour le coefficient U maximal des ensembles de l'enveloppe du bâtiment sont reliées à la catégorie de degrés-jours de chauffage applicable pour l'emplacement du bâtiment. Les degrés-jours de chauffage sont la somme des différences entre la température moyenne pour le jour et 18 °C pour chaque jour de l'année où la température moyenne est inférieure à 18 °C. Les valeurs pour des localités choisies au Canada sont fournies au tableau C-1 du CNÉB. Pour les emplacements non mentionnés, les degrés-jours de chauffage peuvent être obtenus d'Environnement et Changement climatique Canada (www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique).

10. Le CNÉB utilise les six catégories de HDD suivantes, appelées zones :

Tableau 3-1
Zones de degrés-jours de chauffage

Zone	Degrés-jours de chauffage pour l'emplacement du bâtiment, en degrés-jours Celsius
4	< 3000
5	3000 à 3999
6	4000 à 4999
7A	5000 à 5999
7B	6000 à 6999
8	≥ 7000

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

11. De manière générale, les zones numérotées en ordre croissant désignent les différentes régions du Canada, du sud au nord. Les zones sont basées sur les zones climatiques définies dans la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1, « Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings ». Le Canada ne compte pas d'emplacements situés dans les zones 1 à 3; la zone 4 est la zone la plus douce au Canada (Victoria (Colombie-Britannique) est un exemple d'un emplacement de zone 4) tandis que la zone 8 est la zone la plus froide (Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest) est un exemple d'un emplacement de zone 8). Dans les exigences de la partie 3 du CNÉB, le coefficient de transmission thermique globale maximal des ensembles de construction décroît (c.-à-d. devient plus rigoureux) à mesure que les degrés-jours de chauffage augmentent. Par exemple, le coefficient de transmission thermique globale maximal pour les toits dans la zone 4 est de 0,227 W/(m² · K) comparativement à 0,142 W/(m² · K) pour les toits dans la zone 8.

Calcul du coefficient de transmission thermique globale (article 3.1.1.7.)

12. Une compréhension approfondie des méthodes utilisées pour déterminer ou calculer le coefficient U des ensembles de construction opaques de l'enveloppe du bâtiment est importante pour démontrer la conformité à la partie 3 du CNÉB.

13. Le paragraphe 3.1.1.7. 5) du CNÉB accorde un crédit pour tout espace non climatisé abritant un composant de l'enveloppe du bâtiment. Le coefficient de transmission thermique globale (coefficient U) présumé de l'enceinte de 6,25 W/(m² · K) permet de réduire de 0,16 (m² · K)/W la résistance thermique effective (valeur RSI) des aires abritées des ensembles de l'enveloppe du bâtiment opaques hors sol, tel qu'il est indiqué dans l'exemple 3-1. Le crédit accordé au paragraphe 3.1.1.7. 5) du CNÉB ne s'applique pas aux espaces ventilés étant donné que ces espaces sont considérés comme faisant partie de l'espace extérieur (voir la note A-3.1.1.7. 5) du CNÉB).

Exemple 3-1 – Coefficient de transmission thermique globale maximal d'un mur opaque extérieur abrité par un espace fermé non climatisé

À Regina, en Saskatchewan, un mur opaque extérieur hors sol est abrité par un espace fermé non climatisé. Selon le tableau C-1 du CNÉB, Regina compte 5600 degrés-jours de chauffage, ce qui correspond à la zone 7A (voir le tableau 3-1 au paragraphe 10). Le coefficient de transmission thermique globale maximal (coefficient U) des murs opaques hors sol dans la zone 7A est de 0,21 W/(m² · K) selon le tableau 3.2.2.2. du CNÉB. Afin d'appliquer le crédit de 6,25 W/(m² · K) indiqué au paragraphe 3.1.1.7. 5) du CNÉB, le crédit ainsi que le coefficient de transmission thermique globale maximal doivent être convertis en valeurs RSI comme suit :

$$\mathrm{RSI_{wall}} = \frac{1}{\mathrm{U_{wall}}} = \frac{1}{0,21\ \mathrm{W/\left(m^2 \cdot K\right)}} = 4,76\ \left(\mathrm{m^2 \cdot K}\right)/\mathrm{W}$$

$$\mathrm{RSI_{credit}} = \frac{1}{\mathrm{U_{credit}}} = \frac{1}{6,25\ \mathrm{W/\left(m^2 \cdot K\right)}} = 0,16\ \left(\mathrm{m^2 \cdot K}\right)/\mathrm{W}$$

La valeur RSI rajustée du mur abrité se calcule ensuite comme suit :

$$\mathrm{RSI_{net}} = \mathrm{RSI_{wall}} - \mathrm{RSI_{credit}}$$
$$\mathrm{RSI_{net}} = 4,76\ \left(\mathrm{m^2 \cdot K}\right)/\mathrm{W} - 0,16\ \left(\mathrm{m^2 \cdot K}\right)/\mathrm{W} = 4,60\ \left(\mathrm{m^2 \cdot K}\right)/\mathrm{W}$$

Afin d'obtenir le coefficient de transmission thermique globale (coefficient U) maximal rajusté pour le mur abrité, la valeur RSI rajustée est convertie en coefficient U comme suit :

$$\mathrm{U_{net}} = \frac{1}{\mathrm{RSI_{net}}} = \frac{1}{4,60\ \left(\mathrm{m^2 \cdot K}\right)/\mathrm{W}} = 0,217\ \mathrm{W/\left(m^2 \cdot K\right)}$$

Par conséquent, le coefficient de transmission thermique globale maximal rajusté pour le mur abrité est de 0,217 W/(m² · K).

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

14. Les ensembles de l'enveloppe du bâtiment se composent typiquement de plusieurs composants, lesquels peuvent inclure des matériaux de construction et d'isolation thermique ainsi que des lames d'air (ou cavités d'air). Chaque composant a sa propre capacité de résistance à l'écoulement thermique. Étant donné que le transfert de chaleur se produit dans l'ensemble en entier, la résistance thermique (valeur RSI) de chaque composant, y compris toute lame d'air, est utilisée pour calculer le coefficient U de l'ensemble. Les films d'air sur les surfaces extérieures et intérieures ont également une incidence sur le transfert thermique et doivent être pris en considération dans le calcul du coefficient U. La résistance thermique de ces films d'air dépend de la position de ces derniers dans l'ensemble, de la direction du transfert thermique, de la température de la surface et de l'air, de la différence entre la température de la surface et la température environnante, et de l'émission à grande longueur d'onde de la surface.

15. Dans les cas où le coefficient U d'un ensemble de l'enveloppe du bâtiment n'a pas déjà été déterminé au moyen d'une analyse par ordinateur et/ou d'essais en laboratoire, on peut le calculer au moyen de la méthode de calcul simplifiée décrite dans le manuel de l'ASHRAE intitulé « ASHRAE Handbook – Fundamentals ». La méthode de calcul utilisée dépend du type d'ensemble considéré. Trois méthodes de calcul du coefficient U d'un ensemble de l'enveloppe du bâtiment sont décrites ci-dessous :

- Méthode des plans isothermes : Méthode utilisée pour les ensembles à composants continus et sans effet de pont thermique. Se reporter à la figure 3-1 au paragraphe 23.
- Méthode des plans isothermes et du trajet parallèle : Méthode qui s'applique aux ensembles à ossature de bois où l'écoulement thermique au travers du pont thermique est parallèle à l'écoulement thermique dans l'isolation et où la température dans chaque plan de l'ensemble est constante. Cette méthode est différente de la méthode des plans isothermes, qui s'applique seulement aux ensembles à composants continus. Se reporter à la figure 3-2 au paragraphe 28.
- Méthode pour les ensembles à ossature de métal : Méthode qui s'applique aux ensembles à ossature de métal où une valeur effective de la portion d'isolation/ossature est utilisée et où la méthode des plans isothermes est utilisée pour les couches de matériaux continues. Se reporter à la figure 3-3 au paragraphe 31.

16. Pour calculer le coefficient U d'un ensemble de construction au moyen des trois méthodes décrites au paragraphe 15, l'information qui suit est requise :

- la valeur RSI et l'épaisseur de chacun des composants de l'ensemble (se reporter au paragraphe 17);
- les valeurs RSI des lames d'air qui font partie de l'ensemble (se reporter au paragraphe 18);
- les valeurs RSI des résistances des films d'air intérieur et extérieur, selon le cas (se reporter au paragraphe 19); et
- le type, la taille et l'espacement des éléments d'ossature répétitifs qui font partie de l'ensemble et ont un effet de pont thermique sur ce dernier (se reporter au paragraphe 20).

17. Les valeurs RSI types pour certains matériaux courants d'isolation et de l'enveloppe du bâtiment sont énumérées aux tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66). Les valeurs RSI peuvent également être obtenues auprès des fabricants des matériaux ou tirées du manuel de l'ASHRAE intitulé « ASHRAE Handbook – Fundamentals ».

18. La valeur RSI des lames d'air varie en fonction de la direction de l'écoulement thermique. Les valeurs RSI types pour les lames d'air sont indiquées au tableau 3-8 (voir le paragraphe 66) en fonction du type d'ensemble (plafond, plancher ou mur) et de l'épaisseur de la lame d'air. Pour les géométries non montrées, les données peuvent être tirées du manuel de l'ASHRAE (ASHRAE Handbook – Fundamentals).

19. La valeur RSI des films d'air varie également en fonction de la direction de l'écoulement thermique. Pour les films d'air extérieur, les valeurs RSI dépendent de la vitesse du vent. Les valeurs RSI types pour les films d'air sont indiquées au tableau 3-8 (voir le paragraphe 66) en fonction du type (intérieur ou extérieur) et de l'emplacement (plafond, plancher ou mur). Pour les types de films d'air non montrés, les données peuvent être tirées du manuel de l'ASHRAE (ASHRAE Handbook – Fundamentals).

20. Les valeurs relatives aux pourcentages de l'aire avec ossature pour des ensembles à ossature de bois types sont indiquées au tableau 3-9 (voir le paragraphe 66) en fonction du type d'ensemble et de l'espacement des éléments d'ossature. Les valeurs relatives aux pourcentages de l'aire avec ossature peuvent également être calculées en fonction de la construction réelle. Ces valeurs sont

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

nécessaires au calcul des coefficients U dans la méthode de calcul des plans isothermes et du trajet parallèle pour les ensembles à ossature de bois.

21. Pour toutes les méthodes décrites ci-dessus, les effets des dispositifs de fixation, des agrafes à brique et des connecteurs au travers des composants de l'enveloppe du bâtiment sont typiquement ignorés dans les ensembles avec isolation continue puisque ces composants ont peu d'effet sur le coefficient U. Dans une cavité non isolée, l'effet des agrafes métalliques est négligeable. Dans toute cavité, l'effet des attaches en plastique est négligeable. Dans certains cas, la valeur RSI des composants du bâtiment, comme les pare-vapeur en polyéthylène, les platelages d'acier, les produits de revêtement en tissu ou en papier, est si faible qu'elle peut être considérée comme négligeable et une valeur de zéro lui est attribuée dans les calculs du coefficient U.

Calcul du coefficient U pour les ensembles de construction avec isolation continue – Méthode de calcul des plans isothermes

22. Lorsqu'un ensemble de construction contient seulement des matériaux continus, la méthode la plus simple de calcul du coefficient U peut être utilisée, soit la méthode de calcul des plans isothermes unidimensionnels. Cette méthode s'applique, par exemple, aux ensembles de construction qui n'utilisent pas d'ossature à l'intérieur de la partie isolante de l'ensemble, comme les toits plats ou les dalles de plancher entièrement isolées. La méthode consiste à additionner les résistances thermiques des différents composants de l'ensemble. La réciproque de cette somme est le coefficient U de l'ensemble, U_T, qui est calculé comme suit :

$$U_T = \frac{1}{RSI_T}$$

où

RSI_T = somme des résistances thermiques des composants de l'ensemble, y compris les films d'air intérieur et extérieur, en $(m^2 \cdot K)/W$.

23. La figure 3-1 montre une représentation graphique du calcul de l'écoulement thermique au travers d'un toit plat par la méthode de calcul des plans isothermes.

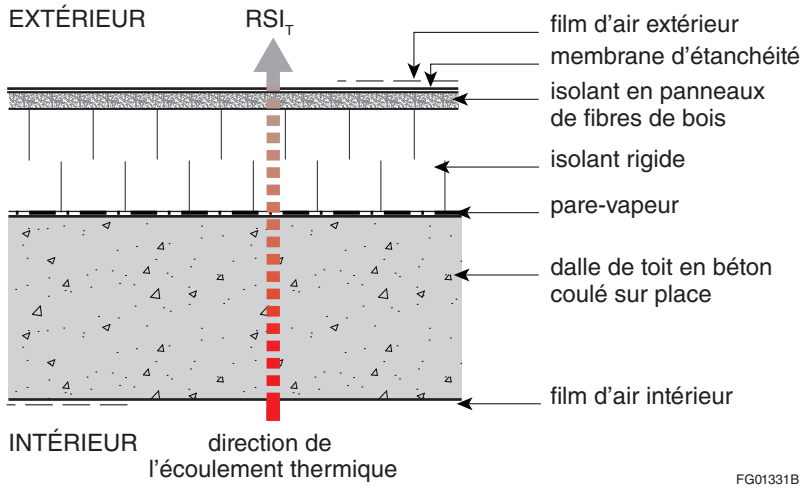


Figure 3-1
Représentation graphique du calcul du coefficient U au moyen de la méthode de calcul des plans isothermes

24. Pour des exemples de calculs du coefficient U au moyen de la méthode de calcul des plans isothermes, se reporter aux exemples 3-2 à 3-5.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-2 – Plancher : Dalle sur terre-plein en béton isolé

La figure A montre une dalle sur terre-plein en béton isolé avec chauffage rayonnant.

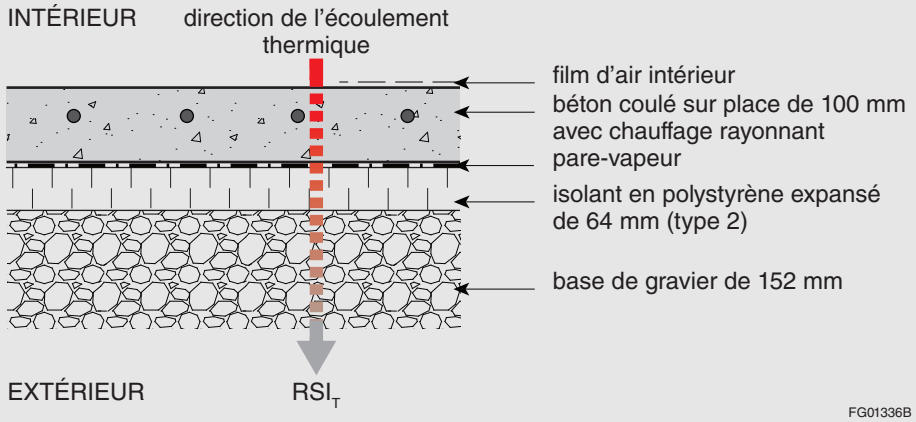


Figure A
Dalle sur terre-plein en béton isolé (vue en section)

Étant donné que l'ensemble renferme seulement des matériaux continus, la méthode de calcul des plans isothermes est utilisée pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale. On peut tirer les valeurs RSI de tous les composants de l'ensemble des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et de la valeur RSI du film d'air intérieur. Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble	RSI, en $(m^2 \cdot K)/W$
Film d'air intérieur	0,16
Dalle en béton coulé sur place de 100 mm (granulat de densité normale)	0,04
Pare-vapeur	0,00
Isolant en polystyrène expansé de 64 mm (type 2)	1,79
RSI_T	1,99
$U_T = 1/RSI_T$	0,503

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-3 – Toit : Toit plat (étanchéité multicouche 4 couches et platelage en tôle)

La figure A montre un toit avec étanchéité multicouche 4 couches et platelage en tôle.

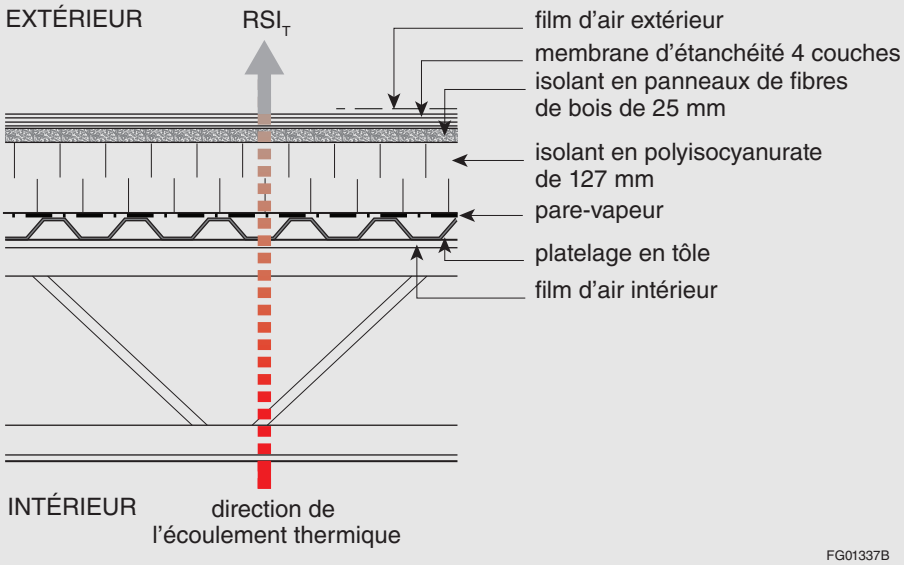


Figure A
Toit plat – étanchéité multicouche 4 couches et platelage en tôle (vue en section)

Puisque l'ensemble renferme seulement des matériaux continus et que le platelage en métal ne pénètre pas l'isolant thermique, la méthode de calcul des plans isothermes est utilisée pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale. On peut tirer les valeurs RSI de tous les composants de l'ensemble des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et des valeurs RSI des films d'air intérieur et extérieur. Si l'isolant du toit est incliné pour permettre le drainage du toit, l'épaisseur moyenne de l'isolant serait prise en considération dans les calculs. Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble	RSI, en (m² · K)/W
Film d'air extérieur	0,03
Membrane d'étanchéité 4 couches (étanchéité multicouche, 10 mm)	0,06
Isolant en panneaux de fibres de bois de 25 mm (panneaux de fibres isolants)	0,40
Isolant en polyisocyanurate de 127 mm	4,85
Pare-vapeur	0,00
Platelage en tôle	0,00
Film d'air intérieur	0,11
RSI_T	5,45
$U_T = 1/RSI_T$	0,183

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-4 – Toit : Toit plat (étanchéité multicouche 4 couches et dalle de toit en béton coulé sur place)

La figure A montre une toiture avec étanchéité multicouche 4 couches et dalle de toit en béton coulé sur place.

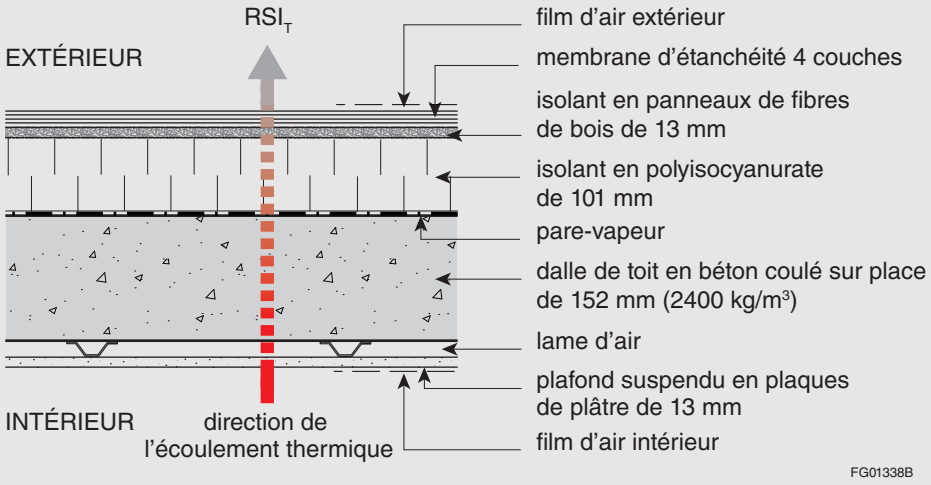


Figure A
Toit plat – étanchéité multicouche 4 couches et dalle de toit en béton (vue en section)

Puisque l'ensemble renferme seulement des matériaux continus, la méthode de calcul des plans isothermes est utilisée pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale. On peut tirer les valeurs RSI de tous les composants de l'ensemble des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et des valeurs RSI des films d'air intérieur et extérieur. Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble	RSI, en (m^2 · K)/W
Film d'air extérieur	0,03
Membrane d'étanchéité 4 couches (étanchéité multicouche, 10 mm)	0,06
Isolant en panneaux de fibres de bois de 13 mm (panneaux de fibres isolants)	0,21
Isolant en polyisocyanurate de 101 mm (surface perméable)	3,86
Pare-vapeur	0,00
Dalle de toit en béton coulé sur place de 152 mm	0,06
Lame d'air de 38 mm	0,16
Plaque de plâtre de 13 mm	0,08
Film d'air intérieur	0,11
RSI_T	4,57
$U_T = 1/RSI_T$	0,219

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-5 – Toit : Toit plat (membrane protégée et dalle de béton préfabriquée)

La figure A montre une couverture avec membrane protégée et dalle de béton préfabriquée.

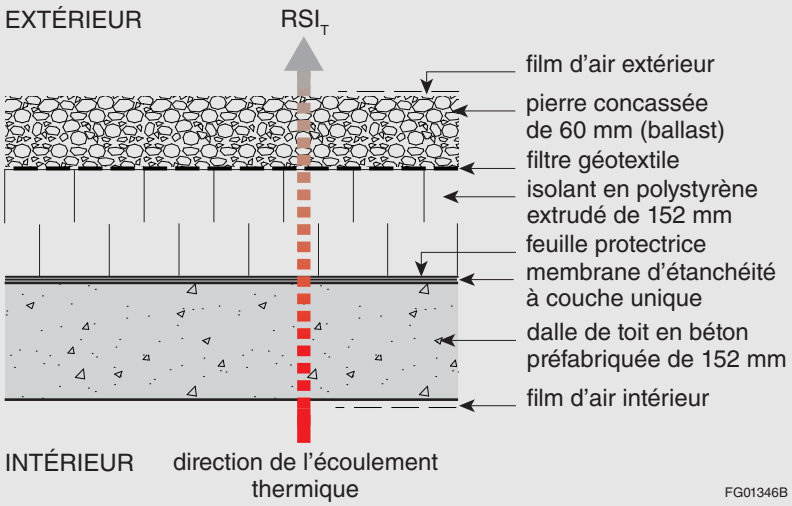


Figure A
Toit plat – membrane à couche unique et dalle de béton (vue en section)

Puisque l'ensemble renferme seulement des matériaux continus, la méthode de calcul des plans isothermes est utilisée pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale. On peut tirer les valeurs RSI de tous les composants de l'ensemble des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et des valeurs RSI des films d'air intérieur et extérieur. Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble	RSI, en (m² · K)/W
Film d'air extérieur	0,03
Pierre concassée de 60 mm (ballast)	0,04
Filtre géotextile	0,00
Isolant en polystyrène extrudé de 152 mm	5,32
Membrane d'étanchéité à couche unique	0,00
Feuille protectrice	0,00
Dalle de toit en béton préfabriquée de 152 mm	0,06
Film d'air intérieur	0,11
RSI_T	5,56
$U_T = 1/RSI_T$	0,180

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Calcul du coefficient U pour la construction à ossature de bois – Méthode de calcul des plans isothermes et du trajet parallèle

25. Pour les ensembles de construction qui utilisent la construction à ossature de bois, le coefficient U peut être calculé au moyen de la méthode des plans isothermes pour les couches de matériau continues et la méthode du trajet parallèle pour la partie avec ossature de l'ensemble. La méthode consiste à additionner les résistances thermiques de chaque composant de l'ensemble pour les couches de matériau continues et à utiliser la méthode du trajet parallèle pour calculer la résistance thermique de l'ensemble le long de la ligne qui traverse la partie avec ossature de l'ensemble ainsi que le long de la ligne qui traverse la partie sans ossature de l'ensemble. Pour la méthode du trajet parallèle, les valeurs sont combinées proportionnellement aux aires relatives de la partie avec ossature et de l'isolation en vue du calcul de la valeur RSI effective.

26. La résistance thermique effective (c.-à-d. globale), RSI_T, est calculée comme suit au moyen de la méthode du trajet parallèle :

$$RSI_T = \frac{100}{(\%\ \text{aire avec ossature} \div RSI_F) + (\%\ \text{aire sans ossature} \div RSI_C)}$$

où

RSI_F = résistance thermique de la partie avec ossature de l'ensemble; et
RSI_C = résistance thermique de la partie sans ossature de l'ensemble.

27. Les valeurs pour les pourcentages de l'aire avec ossature et de l'aire sans ossature peuvent être tirées du tableau 3-9 (voir le paragraphe 66) ou être calculées en fonction de la construction réelle. La réciproque de RSI_T est le coefficient U global de l'ensemble, U_T.

28. La figure 3-2 montre une représentation graphique du calcul de l'écoulement thermique au travers d'un mur à ossature de bois au moyen de la méthode des plans isothermes et du trajet parallèle.

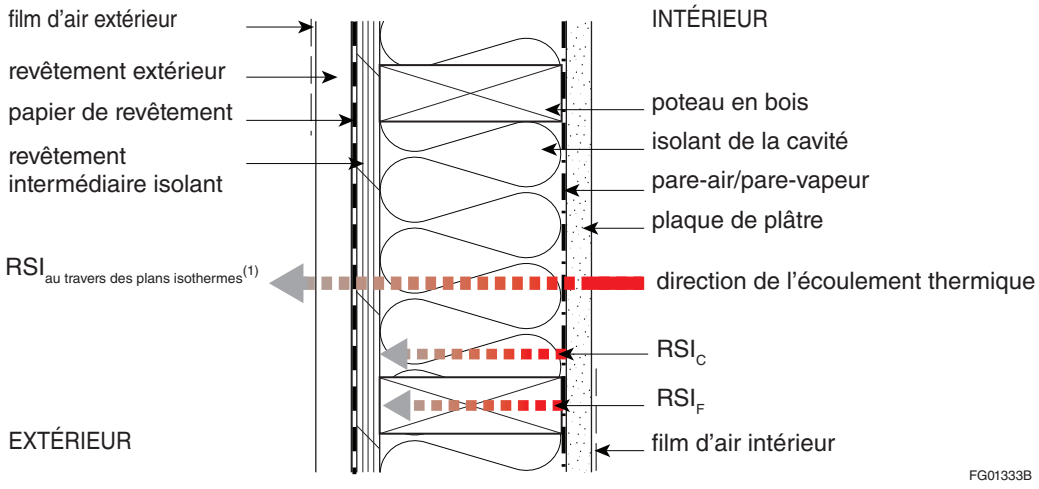


Figure 3-2
Représentation graphique du calcul du coefficient U au moyen de la méthode de calcul des plans isothermes et du trajet parallèle
(1) Tous les matériaux sont continus de part et d'autre de la partie avec ossature.

29. Pour des exemples de calcul du coefficient U au moyen de la méthode des plans isothermes et du trajet parallèle, se reporter aux exemples 3-6 à 3-9.

Exemple 3-6 – Toit : Solive en bois triangulée de type ferme de comble

La figure A montre une solive en bois triangulée de type ferme de comble.

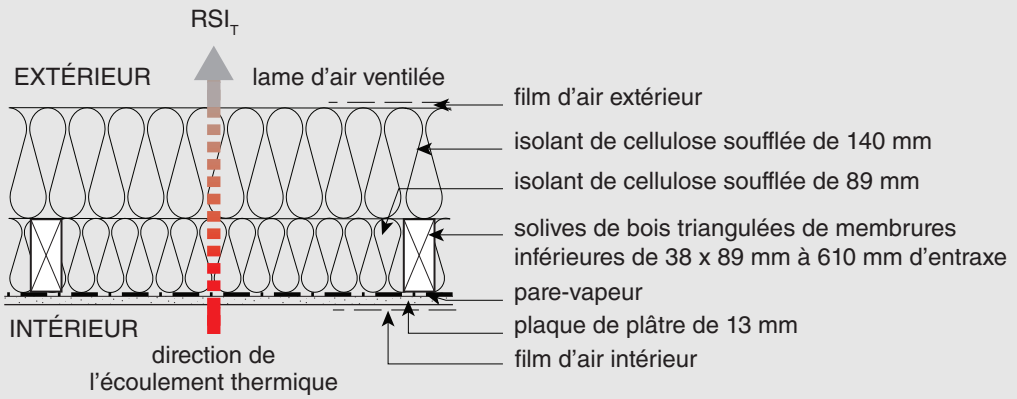


Figure A
Solive en bois triangulée de type ferme de comble (vue en section)

Puisque l'ensemble renferme une ossature de bois, la méthode des plans isothermes et du trajet parallèle est utilisée pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale. On peut tirer les valeurs RSI de tous les composants de l'ensemble des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et des valeurs RSI pour les films d'air intérieur et extérieur. Les pourcentages de l'aire avec ossature peuvent être tirés du tableau 3-9 (voir le paragraphe 66). Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble			RSI, en (m² · K)/W
Lame d'air du toit (film d'air extérieur)			0,03
Isolant en cellulose soufflée			3,50
	% de l'aire avec ossature	% de l'aire sans ossature	
Pourcentages de l'aire avec ossature (solives en bois triangulées à 610 mm d'entraxe)	11	89	
	RSI_F au travers de la membrure inférieure, en (m² · K)/W	RSI_C au travers de la cavité, en (m² · K)/W	
Membrure inférieure (89 mm x 0,0085 RSI/mm)	0,757	–	1,78
Isolant de cellulose soufflée	–	2,14	
Pare-vapeur			0,00
Plaque de plâtre de 13 mm			0,08
Film d'air intérieur			0,11
RSI_T			5,50
U_T= 1/RSI_T			0,182

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-7 – Mur : Mur à ossature de bois (contre-mur en extérieur de brique)

La figure A montre un mur à ossature de bois avec contre-mur extérieur de brique.

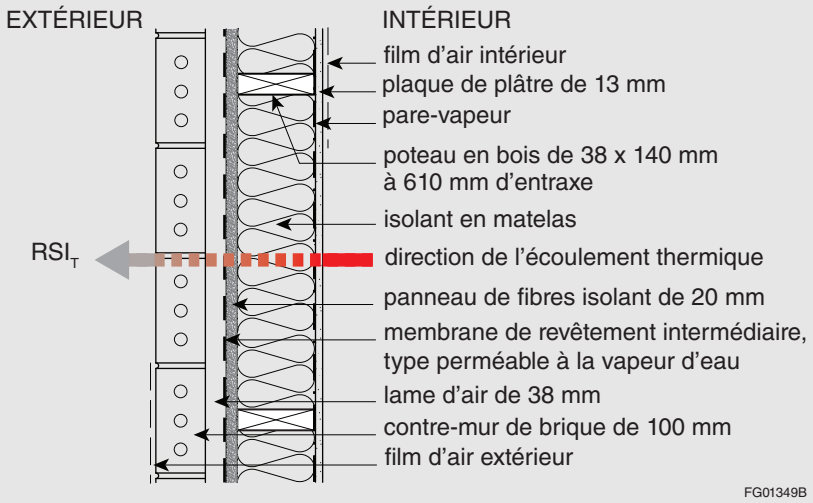


Figure A
Mur à ossature de bois – contre-mur extérieur de brique (vue en plan)

Puisque l'ensemble renferme une ossature de bois, la méthode des plans isothermes et du trajet parallèle est utilisée pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale. On peut tirer les valeurs RSI de tous les composants de l'ensemble des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et des valeurs RSI des films d'air intérieur et extérieur. Les pourcentages de l'aire avec ossature peuvent être tirés du tableau 3-9 (voir le paragraphe 66). Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble			RSI, en (m² · K)/W
Film d'air extérieur			0,03
Contre-mur extérieur de brique de 100 mm			0,07
Lame d'air de 38 mm[1]			0,18
Membrane de revêtement intermédiaire, de type perméable à la vapeur d'eau			0,00
Panneau de fibres isolant de 20 mm			0,32
	% de l'aire avec ossature	% de l'aire sans ossature	
Pourcentages de l'aire avec ossature (poteaux de bois à 610 mm d'entraxe)	20	80	
	RSI$_F$ au travers du poteau, en (m² · K)/W	RSI$_C$ au travers de la cavité, en (m² · K)/W	
Poteaux de bois (140 mm x 0,0085 RSI/mm)	1,19	–	2,80
Isolant en matelas	–	4,23	
Plaque de plâtre de 13 mm			0,08
Film d'air intérieur			0,12
RSI$_T$			3,60
U_T= 1/RSI$_T$			0,278

(1) La lame d'air dans ce système de revêtement extérieur en maçonnerie avec des chantepleures à sa base est considéré, dans cet exemple de calcul seulement, comme une lame d'air fermée aux termes du manuel de l'ASHRAE intitulé « ASHRAE Handbook – Fundamentals ». La façon la plus appropriée de déterminer les valeurs thermiques globales, par calcul ou au moyen d'essais en laboratoire conformes aux dispositions du paragraphe 3.1.1.5. 5) du CNÉB, doit être évaluée avec soin pour chaque situation.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-8 – Mur : Mur à ossature de bois (système d'isolation par l'extérieur avec enduit de finition)

La figure A montre un mur à ossature de bois avec système d'isolation par l'extérieur avec enduit de finition.

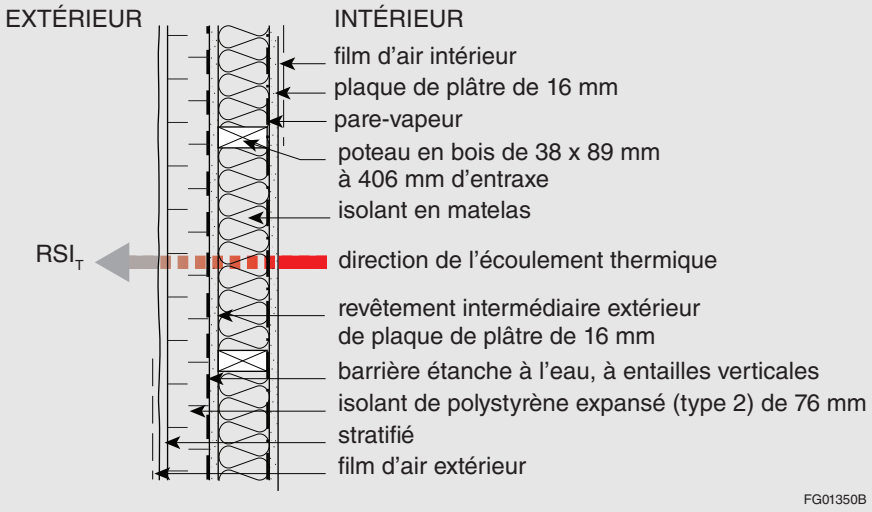


Figure A
Mur à ossature de bois avec système d'isolation par l'extérieur avec enduit de finition (vue en plan)

Puisque l'ensemble renferme une ossature de bois, la méthode des plans isothermes et du trajet parallèle est utilisée pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale. On peut tirer les valeurs RSI de tous les composants de l'ensemble des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et des valeurs RSI des films d'air intérieur et extérieur. Les pourcentages de l'aire avec ossature peuvent être tirés du tableau 3-9 (voir le paragraphe 66). Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble			RSI, en (m² · K)/W
Film d'air extérieur			0,03
Stratifié			–
Isolant de polystyrène expansé (type 2) de 76 mm			2,13
Barrière étanche à l'eau (entailles verticales)			0,00
Revêtement intermédiaire extérieur de plaque de plâtre de 16 mm			0,101
	% de l'aire avec ossature	% de l'aire sans ossature	
Pourcentages de l'aire avec ossature (poteaux de bois à 406 mm d'entraxe)	23	77	
	RSI_F au travers du poteau, en (m² · K)/W	RSI_C au travers de la cavité, en (m² · K)/W	
Poteaux de bois (89 mm x 0,0085 RSI/mm)	0,757	–	1,62
Isolant en matelas	–	2,47	
Pare-vapeur			–
Plaque de plâtre de 16 mm			0,098
Film d'air intérieur			0,12
RSI_T			4,10
$U_T = 1/RSI_T$			0,244

Exemple 3-9 – Mur : Mur en contact avec le sol (mur de béton avec ossature de bois)

La figure A montre un mur de béton avec ossature de bois en contact avec le sol.

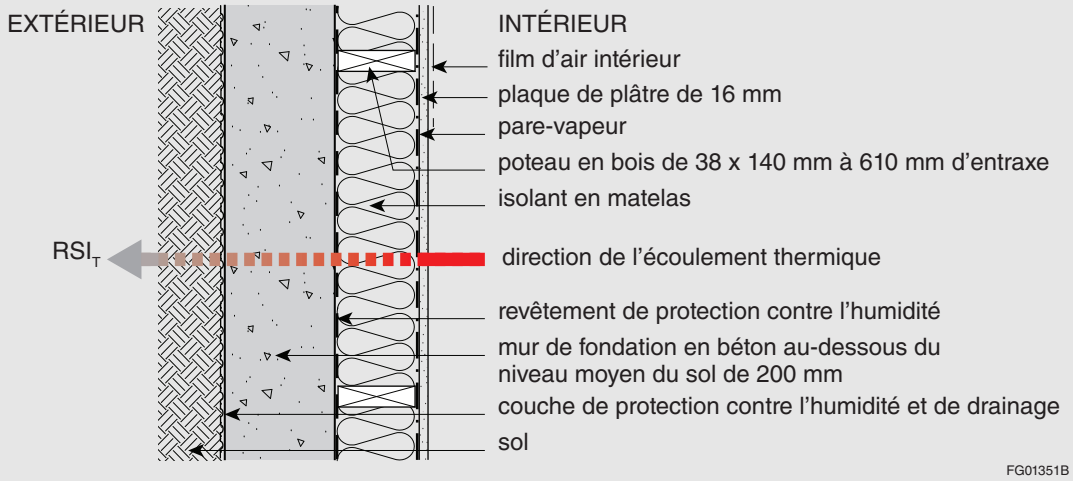


Figure A
Mur en contact avec le sol – ossature de bois intérieure (vue en plan)

Puisque l'ensemble renferme une ossature de bois, la méthode des plans isothermes et du trajet parallèle est utilisée pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale. On peut tirer les valeurs RSI de tous les composants de l'ensemble des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et des valeurs RSI des films d'air intérieur et extérieur. Les pourcentages de l'aire avec ossature peuvent être tirés du tableau 3-9 (voir le paragraphe 66). Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble			RSI, en (m² · K)/W
Couche de protection contre l'humidité et de drainage			0,00
Béton de 200 mm			0,08
Revêtement de protection contre l'humidité			0,00
	% de l'aire avec ossature	% de l'aire sans ossature	
Pourcentages de l'aire avec ossature (poteaux de bois à 610 mm d'entraxe)	13	87	
	RSI_F au travers du poteau, en (m² · K)/W	RSI_C au travers de la cavité, en (m² · K)/W	
Poteaux de bois (140 mm x 0,0085 RSI/mm)	1,19	–	3,18
Isolant en matelas	–	4,23	
Pare-vapeur			0,00
Plaque de plâtre de 16 mm			0,098
Film d'air intérieur			0,12
RSI_T			3,48
$U_T = 1/RSI_T$			0,287

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Calcul du coefficient U pour la construction à ossature de métal – Variante de la méthode des plans isothermes

30. Pour les ensembles de construction qui utilisent la construction à ossature de métal, une variante de la méthode des plans isothermes peut être utilisée, variante dans laquelle la partie avec ossature est traitée comme une couche continue puisque sa résistance thermique effective est connue. La résistance thermique effective de l'isolant/ossature est tirée des tableaux 3-2 et 3-3 pour la partie avec ossature de l'ensemble et additionnée à la somme des valeurs de résistance thermique des différents composants de l'ensemble de manière à générer la résistance thermique globale de l'ensemble. L'utilisation des tableaux 3-2 et 3-3 devrait être limitée à la valeur RSI nominale de l'isolant indiquée dans le tableau et à l'interpolation entre ces valeurs du tableau. Celles-ci ne doivent pas être extrapolées, car le résultat obtenu ne serait pas exact.

Tableau 3-2
Valeurs RSI effectives de la couche d'isolant/ossature dans un toit et un plancher à ossature de métal (entraxe de 1,2 m)(1)

Valeur RSI nominale de l'isolant	Coefficient de correction	Valeur RSI effective de l'ossature/cavité
0,00	1,00	0,00
0,70	0,97	0,68
0,88	0,96	0,85
1,41	0,94	1,32
1,76	0,92	1,62
1,94	0,91	1,76
2,11	0,90	1,90
2,29	0,90	2,06
2,64	0,88	2,32
2,82	0,87	2,45
3,35	0,86	2,88
3,52	0,85	2,99
3,70	0,84	3,11
4,23	0,82	3,46
4,40	0,81	3,57
5,28	0,79	4,17
6,16	0,76	4,68
6,69	0,74	4,95
7,04	0,73	5,14
7,92	0,71	5,63
8,80	0,69	6,07
9,68	0,67	6,49

(1) Le présent tableau est tiré du tableau A9.2A de la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2010 avec l'autorisation de l'organisation concernée (©ASHRAE).

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 3-3
Valeurs RSI effectives de la couche d'isolant/ossature dans des murs à ossature de métal(1)

Profondeur nominale de la cavité, en mm	Profondeur réelle de la cavité, en mm	Valeur RSI nominale de la lame d'air ou de l'isolant	Valeur RSI effective de l'ossature/cavité à 406 mm d'entraxe	Valeur RSI effective de l'ossature/cavité à 610 mm d'entraxe
Cavité vide, sans isolant				
100	89	0,16	0,14	0,16
Cavité isolée				
100	89	1,94	0,97	1,16
100	89	2,29	1,06	1,27
100	89	2,64	1,13	1,37
150	152	3,35	1,25	1,51
150	152	3,70	1,30	1,58
200	203	4,40	1,37	1,69

(1) Le présent tableau est tiré du tableau A9.2B de la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2010 avec l'autorisation de l'organisation concernée (©ASHRAE).

31. La figure 3-3 montre une représentation graphique du calcul du coefficient U pour la construction à ossature de métal.

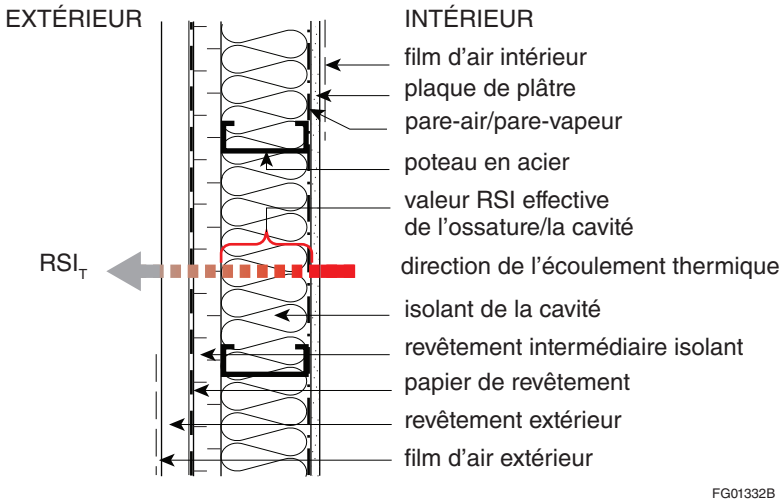


Figure 3-3
Représentation graphique du calcul du coefficient U pour la construction à ossature de métal

32. Pour un exemple de calcul du coefficient U pour les ensembles de construction à ossature de métal, se reporter à l'exemple 3-10.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-10 – Mur : Mur à ossature de métal (panneaux en béton préfabriqués isolés)

La figure A montre un mur à ossature de métal avec des panneaux en béton préfabriqués isolés.

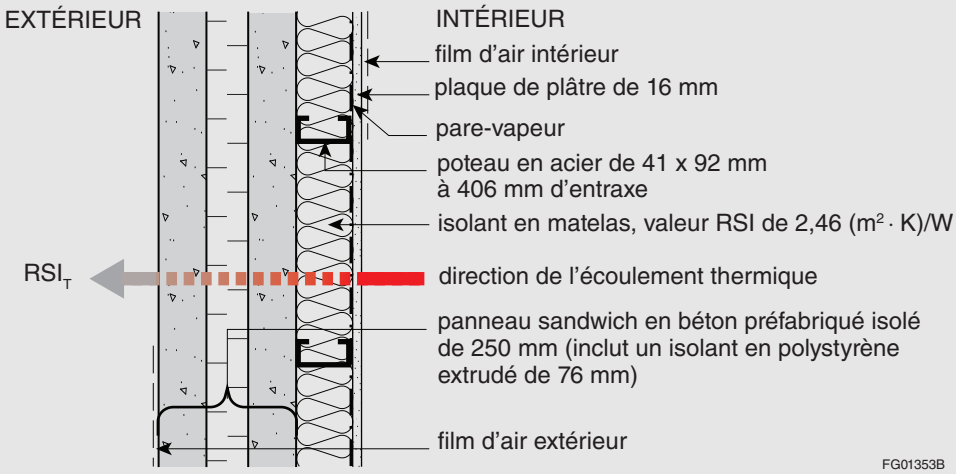


Figure A
Mur à ossature de métal – panneaux en béton préfabriqués isolés (vue en plan)

Puisque l'ensemble inclut une ossature en métal, la méthode des plans isothermes pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale est utilisée, les coefficients U de la couche d'ossature/isolant effective étant tirés des tableaux 3-2 et 3-3 (voir le paragraphe 28) pour la partie avec ossature de l'ensemble. On peut tirer la valeur RSI des autres composants de l'ensemble des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et des valeurs RSI des films d'air intérieur et extérieur. Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble	RSI, en (m² · K)/W
Film d'air extérieur	0,03
Panneau sandwich en béton préfabriqué de 250 mm (inclut le polystyrène extrudé de 76 mm)	2,73
Valeur RSI effective des poteaux en acier/isolants en matelas interpolée à partir du tableau 3-3, isolants en matelas = 2,46 (m² · K)/W	1,094
Pare-vapeur	0,00
Plaque de plâtre de 16 mm	0,098
Film d'air intérieur	0,12
RSI_T	4,072
$U_T = 1/RSI_T$	0,246

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

33. Dans le cas d'ensembles de construction plus complexes, comme les murs rideaux en verre et en métal, le pont thermique qui se forme en raison des meneaux et d'autres composants doit être pris en considération dans la détermination du coefficient U. Pour les ensembles complexes, une analyse par ordinateur et/ou des essais en laboratoire assureront une plus grande exactitude dans la détermination du coefficient U.

34. Dans les ensembles à ossature de bois ou de métal, le transfert de chaleur dans la partie de l'ensemble qui inclut les éléments d'ossature est plus élevé que dans la partie qui est isolée (cavité). Ces éléments d'ossature réduisent l'efficacité thermique globale de l'ensemble et l'impact peut être substantiel du fait que les matériaux d'ossature peuvent constituer 20 % ou plus de la surface d'un ensemble. Cet effet de pont thermique dépend du type d'ensemble, du type de matériau d'ossature utilisé et de l'espacement des éléments d'ossature. Ces facteurs sont pris en considération dans le calcul du coefficient U. Les valeurs pour les pourcentages de l'aire avec ossature pour des ensembles en bois types sont fournies au tableau 3-9. Les valeurs RSI effectives pour l'isolant/ossature, dans le cas d'une ossature en métal, sont fournies aux tableaux 3-2 et 3-3.

35. L'ossature évoluée est une technique utilisée pour réduire la quantité de matériaux employés dans une construction à ossature de bois en modifiant chaque élément d'ossature plutôt qu'en utilisant des détails d'ossature standard. Non seulement cette technique mène à des coûts de construction moindres, puisque moins de matériaux et moins de main-d'oeuvre sont nécessaires, mais elle améliore également l'efficacité énergétique des ensembles. Étant donné qu'un moins grand nombre d'éléments d'ossature sont requis, les effets de pont thermique sont réduits et la résistance thermique effective de l'ensemble s'améliore. L'ossature évoluée est une solution de rechange éconergétique aux méthodes à ossature de bois standard. Les pourcentages de l'aire avec ossature liés à l'ossature évoluée sont également indiqués au tableau 3-9.

Calcul du coefficient U pour les murs en éléments de maçonnerie

36. Pour les ensembles de construction qui utilisent des éléments de maçonnerie en béton à âme pleine ou creuse avec garnitures isolantes, avec ou sans ossature de bois ou de métal, le coefficient U de l'ensemble est calculé au moyen de la méthode la mieux adaptée au type de construction. Si l'ensemble utilise une ossature de bois à l'intérieur, la méthode des plans isothermes et du trajet parallèle peut être utilisée; si l'ensemble utilise une ossature de métal ou n'utilise pas d'ossature, la méthode des plans isothermes peut être utilisée.

37. Pour un exemple de calcul du coefficient U pour un mur en éléments de maçonnerie, se reporter à l'exemple 3-11.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-11 – Mur : Mur en maçonnerie de béton (sans ossature intérieure)

La figure A montre un mur en maçonnerie de béton sans ossature intérieure.

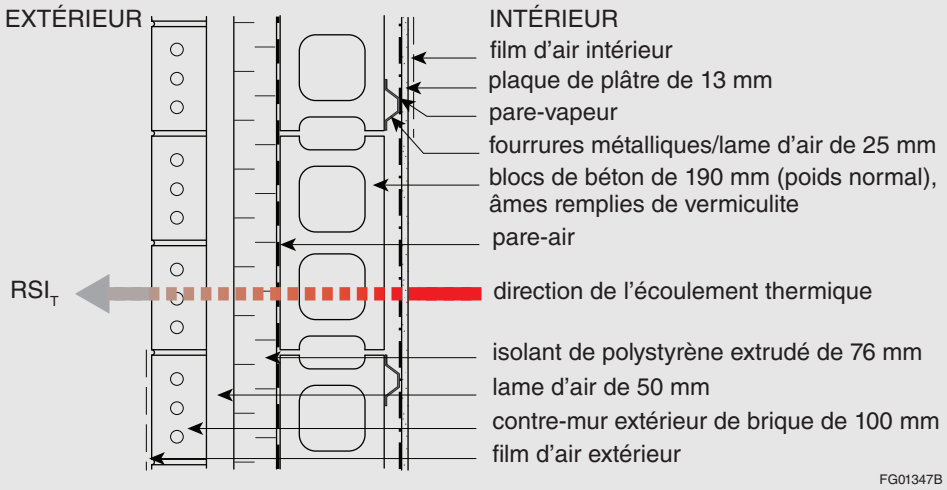


Figure A
Mur en maçonnerie de béton – sans ossature intérieure (vue en plan)

Puisque le mur ne comporte pas d'ossature, la méthode des plans isothermes est utilisée pour le calcul du coefficient de transmission thermique globale du mur. On peut tirer les valeurs RSI de tous les composants du mur des tableaux 3-4 à 3-8 (voir le paragraphe 66), en tenant compte de l'épaisseur des matériaux et des valeurs RSI des films d'air intérieur et extérieur. Le coefficient de transmission thermique globale, U_T, peut être calculé comme suit :

Composants de l'ensemble	RSI, en $(m^2 \cdot K)/W$
Film d'air extérieur	0,03
Contre-mur extérieur de brique de 100 mm	0,07
Lame d'air de 50 mm(1)	0,18
Isolant en polystyrène extrudé de 76 mm	2,66
Pare-air appliqué sous forme liquide	0,00
Blocs de béton de 190 mm (poids normal), âmes remplies de vermiculite	0,51
Lame d'air de 25 mm	0,18
Pare-vapeur	0,00
Plaque de plâtre de 13 mm	0,08
Film d'air intérieur	0,12
RSI_T	3,83
$U_T = 1/RSI_T$	0,261

(1) La lame d'air dans le système de revêtement extérieur en maçonnerie avec chantepleures à sa base est considéré, dans cet exemple de calcul seulement, comme une lame d'air fermée aux termes du manuel de l'ASHRAE intitulé « ASHRAE Handbook – Fundamentals ». La façon la plus appropriée de déterminer les valeurs thermiques globales, par calcul ou au moyen d'essais en laboratoire conformes aux dispositions du paragraphe 3.1.1.5. 5) du CNÉB, doit être évaluée avec soin pour chaque situation.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 3

Méthode de conformité par la voie prescriptive (section 3.2.)

38. La méthode de conformité par la voie prescriptive établit les exigences de performance thermique acceptables minimales pour l'enveloppe du bâtiment et inclut des exigences spécifiques d'efficacité énergétique. Elle comprend des exigences générales relatives à la protection des matériaux isolants, à la continuité de l'isolation, et au rapport entre l'aire totale maximale admissible du fenêtrage vertical et des portes et l'aire brute des murs (FDWR). La méthode prescriptive renferme également des exigences spécifiques relatives aux caractéristiques thermiques des composants hors sol de l'enveloppe du bâtiment, aux ensembles de construction en contact avec le sol et à l'élimination des fuites d'air. Avec la méthode prescriptive, la conformité de l'enveloppe du bâtiment est atteinte lorsque toutes les exigences de la section 3.2. du CNÉB sont satisfaites.

39. Les exigences relatives aux composants hors sol de l'enveloppe du bâtiment incluent des critères spécifiques pour les vestibules, des critères d'économie d'énergie pour les ensembles de construction opaques hors sol (murs extérieurs, toits et planchers exposés), et des critères d'économie d'énergie pour le fenêtrage, les portes et les trappes de visite. Les critères d'économie d'énergie sont exprimés en fonction du coefficient de transmission thermique globale maximal (coefficient U), lequel est basé sur les degrés-jours de chauffage pour l'emplacement où est situé le bâtiment.

40. Le paragraphe 3.2.1.1. 1) du CNÉB exige que l'enveloppe du bâtiment soit conçue de manière à limiter les facteurs clés qui influent sur la performance sur le terrain de l'isolation thermique. Les conditions découlant des environnements intérieur et extérieur de l'enveloppe du bâtiment, y compris les fuites d'air et la convection, le mouillage et l'humidité contournant le plan de résistance thermique, ont une incidence sur la performance des matériaux de l'enveloppe du bâtiment. Une conception minutieuse des détails en vue de la gestion de l'eau, de la vapeur d'eau et des transferts thermiques dans les ensembles de construction est requise pour assurer la performance et la durabilité globales de ces derniers.

41. Le transfert de la chaleur, de l'air et de l'humidité au travers de l'enveloppe du bâtiment sont des questions distinctes, mais qui doivent être traitées simultanément. Les différents composants de l'enveloppe du bâtiment remplissent des fonctions différentes mais interreliées. Si l'isolation thermique, par exemple, sert à réduire les transferts thermiques, elle peut également réduire la probabilité de condensation dans la cavité d'un mur. Un contrôle approprié de la chaleur, de l'air et de l'humidité au travers des ensembles de l'enveloppe du bâtiment influe directement sur la performance thermique de ces ensembles.

42. Les matériaux d'isolation sont d'une efficacité maximale lorsqu'ils sont installés conformément aux recommandations du fabricant et d'une manière permettant d'atteindre la résistance thermique escomptée de l'isolation. Par exemple, comprimer l'isolation en réduit la résistance thermique effective et augmente par conséquent le coefficient U de l'enveloppe du bâtiment.

Espaces chauffés à des températures différentes (article 3.2.1.3.)

43. On trouvera au paragraphe 3.2.1.3. 1) du CNÉB l'équation permettant de calculer le coefficient U admissible maximal pour les situations où un ensemble de construction sépare des espaces intérieurs climatisés qui seront simultanément chauffés à des températures présentant un écart de plus de 10 °C, comme des murs séparant un bureau d'un entrepôt réfrigéré, tel qu'il est présenté dans l'exemple 3-12.

44. Pour les calculs de l'écoulement thermique et le dimensionnement de l'installation de chauffage, les conditions extérieures les plus rigoureuses susceptibles de survenir sont utilisées. Pour la valeur de t_0 dans l'équation au paragraphe 3.2.1.3. 1) du CNÉB, la température de calcul de janvier à 2,5 % est utilisée comme température de calcul extérieure, laquelle représente une condition qui se produit en tout temps sauf 2,5 % du temps, pendant lequel l'enveloppe du bâtiment sera probablement exposée à des températures plus froides. Si les installations de chauffage sont étroitement dimensionnées en fonction des résultats de pertes de chaleur calculés et que les températures extérieures réelles chutent sous la valeur de calcul hivernale, l'installation ne maintiendra pas les températures intérieures requises. Il est assez peu probable que cette situation se produise en pratique, car les chaudières et les autres appareils de chauffage sont seulement fabriqués dans certaines fourchettes de dimensions et peuvent donc être légèrement surdimensionnés. Le tableau C-1 du CNÉB fournit les valeurs de température de calcul de janvier à 1 % et à 2,5 %. La température à 2,5 % est normalement utilisée.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Toutefois, s'il est essentiel de maintenir les températures intérieures, la température à 1 % (ou une température de calcul encore plus rigoureuse) pourrait être utilisée.

Exemple 3-12 – Coefficient de transmission thermique globale maximal des ensembles séparant des espaces chauffés à des températures différentes (Δ > 10 °C)

Une entreprise de distribution de produits alimentaires située à Winnipeg au Manitoba construit un entrepôt avec espace de bureaux. L'entrepôt sera maintenu à une température de 10 ˚C afin de prévenir la détérioration des aliments et le gonflement des aliments en conserves; la température de l'espace de bureaux sera maintenue à 22 ˚C. L'entrepôt et l'espace de bureaux ont un mur mitoyen.

Selon le tableau C-1 du CNÉB, la température de calcul de janvier à 2,5 % à Winnipeg est de −33 °C et 5670 degrés-jours de chauffage sous 18 ˚C, ce qui correspond à la zone 7A (voir le tableau 3-1 au paragraphe 10). Selon le tableau 3.2.2.2. du CNÉB, le coefficient de transmission thermique globale (coefficient U) maximal des murs hors sol de la zone 7A est de 0,21 W/(m² · K).

Le coefficient U maximal du mur séparant l'entrepôt et les espaces de bureaux est calculé comme suit au moyen de l'équation figurant au paragraphe 3.2.1.3. 1) du CNÉB :

$$U_1 = \left[\frac{(t_2 - t_0)}{(t_2 - 0,5 \cdot t_1 - 0,5 \cdot t_0)}\right] \cdot U$$
$$U_1 = \left[\frac{(22 - (-33))}{(22 - (0,5 \cdot 10) - (0,5 \cdot (-33)))}\right] \cdot 0,21$$
$$U_1 = 0,345 \text{ W}/\left(\text{m}^2 \cdot \text{K}\right)$$

Ainsi, le coefficient de transmission thermique globale maximal du mur séparant l'entrepôt et les espaces de bureaux est de 0,345 W/(m² · K).

Aire admissible du fenêtrage et des portes (article 3.2.1.4.)

45. Puisque les composants du fenêtrage et des portes peuvent avoir un impact important sur la performance thermique globale de l'enveloppe du bâtiment, un rapport entre l'aire totale maximale admissible du fenêtrage vertical et des portes et l'aire brute des murs (FDWR) est prescrit dans la méthode prescriptive en fonction des degrés-jours de chauffage pour l'emplacement où est situé le bâtiment. Pour les emplacements comptant entre 4000 et 7000 degrés-jours de chauffage, le FDWR est déterminé au moyen d'une équation linéaire fournie au paragraphe 3.2.1.4. 1) du CNÉB. Le FDWR maximal admissible est inversement proportionnel au nombre de degrés-jours de chauffage. Le FDWR maximal admissible est une valeur fixe pour les emplacements présentant moins de 4000 et plus de 7000 degrés-jours de chauffage.

46. La figure 3-4 montre une représentation graphique des équations de FDWR.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

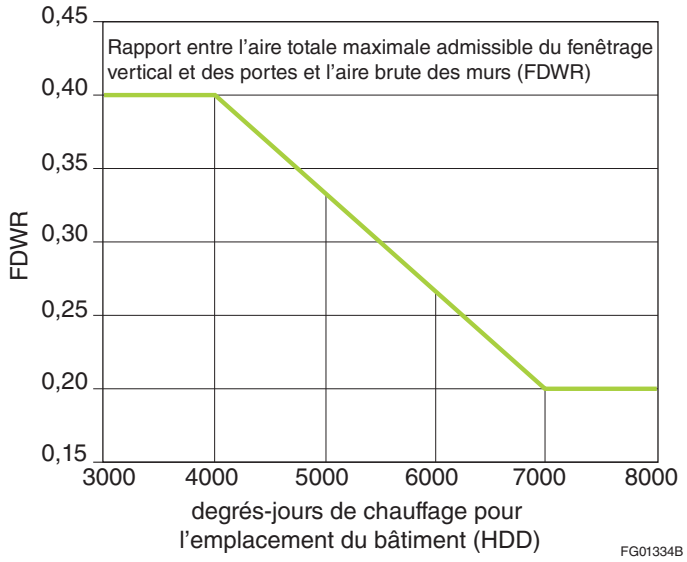


Figure 3-4
Graphique montrant les équations de FDWR

Exemple 3-13 – Calcul du FDWR maximal admissible

Pour connaître les degrés-jours de chauffage pour un emplacement donné, consulter le tableau C-1 du CNÉB. Ainsi, pour Flin Flon (Manitoba), il faut compter 6440 degrés-jours de chauffage. Le FDWR peut ensuite être calculé au moyen de l'équation suivante tirée du paragraphe 3.2.1.4. 1) du CNÉB :

$$\mathrm{FDWR} = (2000 - 0,2 \cdot \mathrm{HDD}) \div 3000$$
$$\mathrm{FDWR} = (2000 - 0,2 \cdot 6440) \div 3000$$
$$\mathrm{FDWR} = 0,24$$

Le FDWR maximal admissible pour un bâtiment situé à Flin Flon (Manitoba) est de 0,24.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-14 – Détermination de la conformité du FDWR aux exigences prescriptives

Un immeuble d'habitation en copropriété est proposé pour Richmond (Colombie-Britannique). L'immeuble mesure 12 m de largeur sur 16 m de longueur sur 16 m de hauteur. Il y a quatre unités par étage. Le concepteur propose que chaque unité comporte deux fenêtres sur chacun de ses deux murs extérieurs. Chaque fenêtre mesure 1,5 m de largeur sur 1,5 m de hauteur. Au rez-de-chaussée, chaque façade inclut deux portes mesurant chacune 2,1 m de hauteur sur 0,9 m de largeur. La hauteur de plancher à plancher est de 3,2 m. La figure A montre un croquis de l'immeuble.

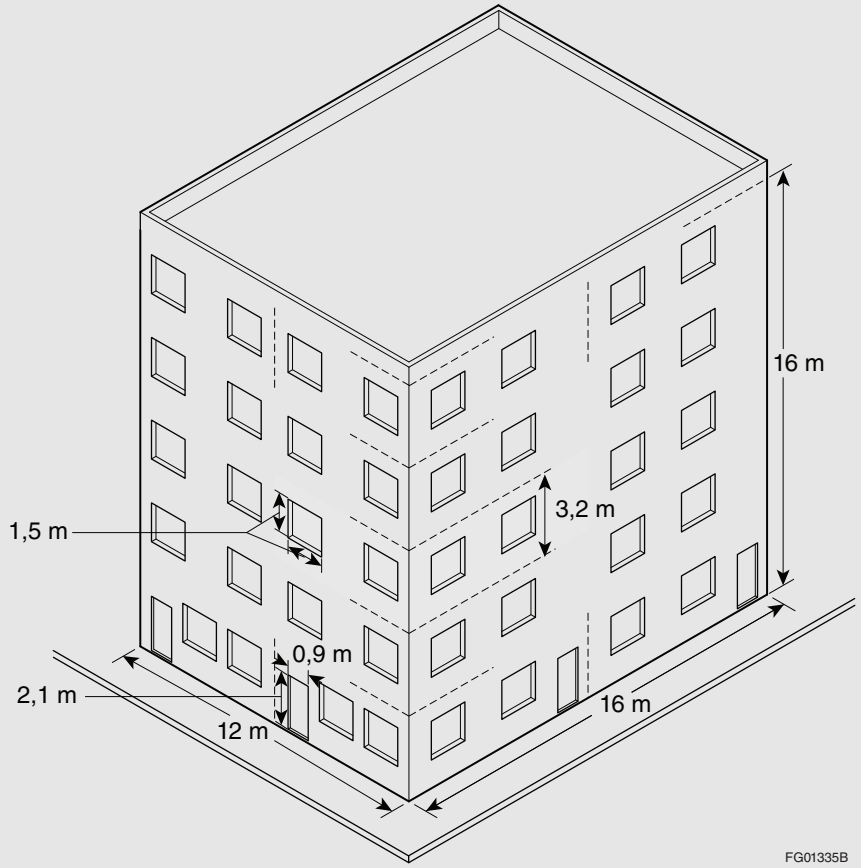


Figure A
Croquis d'immeuble

Selon le tableau C-1 du CNÉB, Richmond compte 2800 degrés-jours de chauffage sous 18 °C, et selon les exigences prescriptives au paragraphe 3.2.1.4. 1) du CNÉB, le FDWR admissible maximal est 0,40.

Pour déterminer si le bâtiment proposé satisfait aux exigences prescriptives touchant le FDWR, il faut calculer l'aire brute des murs du bâtiment de la façon décrite au paragraphe 3.1.1.6. 3) du CNÉB.

Selon les calculs, l'aire brute des murs est égale à 896 m^2. Le FDWR maximal admissible est de 0,40 selon la méthode prescriptive, laquelle valeur est multipliée par l'aire brute des murs pour une aire maximale admissible du fenêtrage et des portes de 358 m^2. Selon les calculs, l'aire brute des fenêtres et des portes proposées est de 195 m^2.

Le FDWR pour cet exemple est de 0,22 (195 m^2/896 m^2). Étant donné que le FDWR est inférieur au FDWR prescriptif, le bâtiment satisfait aux exigences prescriptives.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Caractéristiques thermiques du fenêtrage et des portes (articles 3.2.2.3. et 3.2.2.4.)

47. La performance énergétique du fenêtrage et des portes a un impact considérable sur l'efficacité énergétique d'un bâtiment. En raison de leur nature et de leur fonction, ces composants de l'enveloppe du bâtiment sont typiquement moins éconergétiques que d'autres ensembles situés au-dessus du niveau moyen du sol et une sélection appropriée joue donc un rôle important dans l'amélioration de la performance énergétique de l'enveloppe du bâtiment dans sa totalité.

48. Les exigences de la partie 3 du CNÉB relatives au coefficient U maximal du fenêtrage et des portes varient en fonction de la catégorie applicable de degrés-jours de chauffage du bâtiment, comme pour les ensembles de construction opaques. Le fenêtrage inclut les fenêtres, les lanterneaux, les claires-voies (fenêtres hautes), les panneaux muraux translucides, les briques de verre, les impostes, les panneaux latéraux translucides, les portes vitrées (coulissantes, basculantes ou battantes), les vitrages dans les portes et d'autres ensembles (y compris leur cadre) qui laissent filtrer la lumière visible. Les portes incluent les trappes de visite. Il n'existe pas d'exigences thermiques pour les contre-portes, les portes coulissantes automatiques, les portes en verre, les portes tournantes et les rideaux coupe-feu puisque ces types de portes ne peuvent généralement pas atteindre les niveaux de performance d'autres portes en raison de leur fonction et de leurs propriétés.

49. Les nombreuses options de conception du fenêtrage et des portes — comme le type de matériau d'ossature, la couleur du cadre, le nombre d'épaisseurs de vitrage, le type de verre, les systèmes d'intercalaires, les teintes, les enduits, les films et le remplissage au gaz — sont des variables qui ont un impact sur la performance énergétique.

50. Le coefficient U et le coefficient de gain solaire (SHGC) sont deux propriétés qui sont utilisées pour décrire la performance thermique du fenêtrage et des portes. Le coefficient U est une mesure du transfert thermique global au travers de l'ensemble des produits de fenêtrage ou de porte, y compris le cadre, le pourtour du verre et le centre du verre. Il représente le taux global de transfert thermique au travers de tous ces composants et est mesuré en $W/(m^2 \cdot K)$. Si le CNÉB n'inclut pas d'exigences spécifiques pour le SHGC, la sélection de produits de fenêtrage et de porte présentant des SHGC appropriés pour un bâtiment donné a un impact sur les charges de chauffage et de refroidissement du bâtiment. Le SHGC représente la quantité de rayonnement solaire incident transférée au travers d'un produit, exprimé en fraction décimale comprise entre 0,0 et 1,0. Plus le SHGC est bas, plus faible est l'apport de rayonnement solaire. Le fenêtrage qui présente un SHGC élevé peut aider à réduire les coûts de chauffage tandis que les produits à SHGC bas peuvent aider à réduire les coûts de refroidissement. Pour un choix approprié des produits de fenêtrage et de porte, il est nécessaire de prendre en considération la conception de l'ensemble du bâtiment, y compris l'emplacement, l'orientation, l'ombrage extérieur, les propriétés thermiques, et l'aire du fenêtrage et des portes.

51. Les exigences prescriptives relatives au coefficient U du fenêtrage et des portes varient de 2,4 $W/(m^2 \cdot K)$ pour des emplacements de la zone 4 à 1,6 $W/(m^2 \cdot K)$ pour des emplacements de la zone 8. Un large éventail de produits de fenêtrage et de porte satisfait aux exigences prescriptives du CNÉB. Un coefficient U de 2,4 $W/(m^2 \cdot K)$ peut typiquement être obtenu au moyen, par exemple, d'un cadre en aluminium avec coupure thermique, et de vitrages doubles revêtus d'un enduit à faible émissivité et dotés d'intercalaires non métalliques. Un coefficient U de 2,2 $W/(m^2 \cdot K)$ peut typiquement être obtenu au moyen, par exemple, d'un cadre en aluminium avec coupure thermique, de vitrages doubles revêtus d'un enduit à faible émissivité et dotés d'intercalaires non métalliques, et d'un remplissage d'argon. Un coefficient U de 1,6 $W/(m^2 \cdot K)$ peut typiquement être obtenu au moyen, par exemple, d'un cadre en aluminium avec coupure thermique, et de vitrages triples revêtus d'un enduit à faible émissivité et dotés d'intercalaires non métalliques, et d'un remplissage d'argon.

52. L'orientation des ensembles de construction peut influer sur les caractéristiques de transfert thermique de ces derniers. Par exemple, le même type de vitrage pourrait entraîner des pertes de chaleur plus importantes dans une application horizontale ou faiblement inclinée (p. ex., dans les lanterneaux), par rapport à une application verticale, en raison de la convection accrue entre les panneaux de verre.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exigences thermiques des bâtiments semi-chauffés (sous-sections 3.2.2. et 3.2.3.)

53. Un bâtiment semi-chauffé ayant une température seuil réglée à moins de 15 °C n'est pas tenu de répondre à des exigences relatives à l'enveloppe du bâtiment aussi rigoureuses que celles relatives à un bâtiment standard, à condition que sa consommation annuelle d'énergie soit égale ou inférieure à la consommation cible d'énergie du bâtiment de référence, lequel utilise une température seuil de 18 °C. Parmi les exemples de bâtiments semi-chauffés, on retrouve, sans s'y limiter, les entrepôts, les patinoires et les installations de stockage en libre-service.

54. Lorsque la méthode prescriptive est utilisée pour déterminer les caractéristiques thermiques des ensembles de l'enveloppe des bâtiments semi-chauffés, les données de calcul tirées du tableau C-1 du CNÉB pour les degrés-jours de chauffage (HDD) sous 15 °C s'appliquent. Un nombre inférieur de degrés-jours de chauffage pour les bâtiments semi-chauffés comparativement aux bâtiments standard signifie que, pour bon nombre de localités au Canada, des coefficients de transmission thermique globale (coefficients U) moins rigoureux peuvent être utilisés.

55. L'exemple 3-15 compare les coefficients U maximaux pour un bâtiment semi-chauffé et un bâtiment standard d'une même localité.

Exemple 3-15 – Détermination du coefficient de transmission thermique globale maximal des ensembles de l'enveloppe du bâtiment dans un bâtiment semi-chauffé

Un bâtiment semi-chauffé est proposé pour Nelson (Colombie-Britannique). Selon le tableau C-1 du CNÉB, Nelson compte 2600 degrés-jours de chauffage sous 15 °C et 3500 degrés-jours de chauffage sous 18 °C, ce qui correspond aux zones 4 et 5 respectivement (voir le tableau 3-1 au paragraphe 10). Selon les tableaux 3.2.2.2., 3.2.2.3., 3.2.2.4. et 3.2.3.1. du CNÉB, les coefficients de transmission thermique globale suivants s'appliquent aux ensembles de l'enveloppe du bâtiment dans ces zones climatiques :

Ensembles/composants de l'enveloppe du bâtiment	Degrés-jours de chauffage pour l'emplacement du bâtiment, en degrés Celsius-jours	
	Zone 4 : < 3000 (bâtiment semi-chauffé)	Zone 5 : de 3000 à 3999 (bâtiment standard)
	Coefficients de transmission thermique globale maximaux, en W/(m² · K)	
Ensembles hors sol		
murs	0,315	0,278
toits	0,227	0,183
planchers	0,227	0,183
Fenêtrage	2,4	2,2
Portes	2,4	2,2
Ensembles en contact avec le sol		
murs	0,568	0,379
toits	0,568	0,379
planchers (pour 1,2 m)	0,757	0,757

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-15 – Détermination du coefficient de transmission thermique globale maximal des ensembles de l'enveloppe du bâtiment dans un bâtiment semi-chauffé (suite)

Ainsi, un bâtiment semi-chauffé à Nelson en Colombie-Britannique peut utiliser les coefficients U maximaux pour les ensembles de l'enveloppe du bâtiment dans la zone 4 plutôt que les coefficients plus rigoureux pour son homologue dans la zone 5 (bâtiment standard).

À certains emplacements, la zone climatique qui s'applique aux bâtiments standard et aux bâtiments semi-chauffés est la même. Par exemple, à Abbotsford en Colombie-Britannique, les degrés-jours de chauffage sous 15 °C et sous 18 °C (2000 et 2860, respectivement) correspondent dans les deux cas à la zone climatique 4. De même, à Kuujjuaq au Québec, les degrés-jours de chauffage sous 15 °C et sous 18 °C (7520 et 8550, respectivement) correspondent dans les deux cas à la zone climatique 8. Dans de tels cas, les coefficients de transmission thermique globale maximaux pour les ensembles de l'enveloppe du bâtiment, le fenêtrage et les portes sont les mêmes tant pour les bâtiments semi-chauffés que pour les bâtiments standard.

Dans d'autres emplacements, la zone climatique qui s'applique aux bâtiments semi-chauffés subit une baisse de plus d'une zone par rapport à la zone climatique qui s'applique aux bâtiments standard. Par exemple, à Smith River en Colombie-Britannique, les degrés-jours de chauffage sous 15 °C (5980) et sous 18 °C (7100) correspondent aux zones 7A et 8 respectivement, ce qui constitue une baisse de deux zones climatiques au moment de déterminer les coefficients de transmission thermique globale maximaux pour les ensembles de l'enveloppe du bâtiment des bâtiments semi-chauffés.

Étanchéité à l'air (sous-section 3.2.4.)

56. De nombreuses fonctions de l'enveloppe du bâtiment dépendent d'un contrôle adéquat des fuites d'air. Le paragraphe 3.2.4.1. 1) du CNÉB exige que l'enveloppe du bâtiment comporte un système d'étanchéité à l'air continu pour prévenir les infiltrations d'air dans l'espace climatisé et les exfiltrations d'air hors de cet espace. L'exfiltration ou l'infiltration d'air non contrôlée dans l'enveloppe du bâtiment peut mener à des charges de chauffage et de refroidissement accrues. Un système d'étanchéité à l'air efficace est continu et réduit au minimum les fuites d'air, et peut diminuer l'énergie nécessaire au chauffage et au refroidissement.

57. Les pare-air sont constitués de matériaux combinés pour former des ensembles qui sont éventuellement reliés dans toute l'enveloppe du bâtiment afin d'assurer une barrière efficace contre les fuites d'air. Tel qu'il est indiqué à l'article 5.4.1.2. du CNB, les matériaux d'étanchéité à l'air doivent avoir un taux de perméabilité à l'air d'au plus 0,02 L/(s · m²), mesuré sous une pression différentielle de 75 Pa, conformément à la norme ASTM E 2178, « Air Permeance of Building Materials », ou à la norme CAN/ULC-S741, « Matériaux d'étanchéité à l'air – Spécification ». Tel qu'il est indiqué aux paragraphes 3.2.4.2. 2) et 3) du CNÉB, dans le cas des éléments opaques, les ensembles d'étanchéité à l'air doivent présenter un taux de fuite d'air ne dépassant pas 0,2 L/(s · m²), mesuré sous une pression différentielle de 75 Pa, conformément à la norme CAN/ULC-S742, « Ensembles d'étanchéité à l'air – Spécification », ou à la norme ASTM E 2357, « Determining Air Leakage of Air Barrier Assemblies ». Bien que le CNÉB n'exige pas que tout le bâtiment subisse un essai d'étanchéité à l'air, une attention particulière devrait être accordée à l'étanchéité des joints entre les ensembles.

58. Les articles 3.2.4.3. et 3.2.4.4. du CNÉB précisent les taux de fuite d'air maximaux admissibles pour les produits de fenêtrage, y compris les murs-rideaux en métal et en verre, les fenêtres et les lanterneaux fixes, et les fenêtres et les lanterneaux mobiles, ainsi que les portes, y compris les portes tournantes et les portes coulissantes commerciales automatiques, les portes basculantes et les portes extérieures d'entrée principale.

Méthode simple des solutions de remplacement (sous-section 3.3.1.)

59. La méthode simple des solutions de remplacement procure une souplesse aux concepteurs afin de satisfaire aux exigences du CNÉB relatives à l'enveloppe du bâtiment. Dans cette méthode, le bâtiment de référence est défini comme étant un bâtiment dont l'enveloppe est conforme aux exigences prescriptives du CNÉB. Il existe toutefois des restrictions relativement aux types de solutions de remplacement permis.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

60. La conformité à la méthode simple des solutions de remplacement est déterminée au moyen de l'équation tirée du paragraphe 3.3.1.2. 2) du CNÉB. Cette équation permet de démontrer que la somme des aires de tous les ensembles hors sol de l'enveloppe du bâtiment multipliée par leurs coefficients U respectifs pour le bâtiment proposé ne dépasse pas la somme pour le bâtiment de référence (sur la base des limites prescriptives).

61. La méthode simple des solutions de remplacement s'intéresse seulement aux écarts par rapport au coefficient de transmission thermique globale maximal des ensembles hors sol et aux aires admissibles du fenêtrage et des portes (selon le FDWR). La somme des produits des coefficients U multipliée par les aires des ensembles (UA) pour le bâtiment proposé est en accord avec les limites prescriptives. Les deux paramètres d'entrée sont les coefficients U et les aires des ensembles, et chacun ou les deux peuvent varier à l'intérieur des règles de la méthode simple. Cette méthode peut être utilisée de plusieurs façons. Par exemple, un bâtiment peut être autorisé à avoir un FDWR qui dépasse la valeur maximale admissible si ses ensembles hors sol ont des coefficients U plus rigoureux. Ou encore, un bâtiment dont le FDWR est inférieur à la valeur maximale admissible peut être autorisé à utiliser des ensembles dont le coefficient U dépasse les valeurs maximales admissibles. Les coefficients U des ensembles hors sol peuvent également faire l'objet d'un remplacement l'un par rapport à l'autre. Par exemple, un mur extérieur hors sol dont le coefficient U dépasse la valeur maximale admissible peut être autorisé si un système de fenêtrage présentant un coefficient U plus faible (c.-à-d. plus rigoureux) est utilisé.

62. Cette méthode de conformité inclut des restrictions touchant le type de solutions de remplacement permises : les ensembles de construction verticaux hors sol peuvent seulement faire l'objet de solutions de remplacement par rapport à d'autres ensembles verticaux hors sol, et les ensembles horizontaux hors sol peuvent seulement faire l'objet de solutions de remplacement par rapport à d'autres parties horizontales hors sol. Les solutions de remplacement pour des ensembles en contact avec le sol ne sont pas permises. Par exemple, un plancher exposé hors sol peut être autorisé à avoir un coefficient de transmission thermique globale supérieur à celui qui est autorisé par la méthode prescriptive si le concepteur peut démontrer, au moyen des calculs de la méthode, qu'il peut compenser cet écart en choisissant un toit ayant un coefficient de transmission thermique globale inférieur à celui qui est permis par la méthode prescriptive. Les solutions de remplacement entre le FDWR et les coefficients U sont seulement possibles pour des éléments verticaux (c.-à-d. FDWR par rapport au coefficient U des murs, des fenêtres ou des portes). La méthode simple ne peut pas être utilisée pour les agrandissements et les bâtiments semi-chauffés.

63. À l'intérieur des restrictions prescrites dans le CNÉB, l'équation utilisée dans la méthode simple des solutions de remplacement exige que la somme du produit des coefficients de transmission thermique globale de tous les ensembles de l'enveloppe du bâtiment multipliée par les aires respectives de ces derniers pour le bâtiment proposé soit égale ou inférieure à la même somme calculée au moyen des valeurs de la méthode prescriptive pour le bâtiment de référence. Pour des exemples des calculs de la méthode simple des solutions de remplacement, se reporter aux exemples 3-16 et 3-17.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-16 – Calcul selon la méthode simple des solutions de remplacement pour un bâtiment commercial

Un centre communautaire de 1 étage est proposé pour Winnipeg (Manitoba). Le bâtiment présente une aire brute des murs de 560 m². Selon le tableau C-1 du CNÉB, Winnipeg compte 5670 degrés-jours de chauffage sous 18 °C, ce qui correspond à la zone 7A (voir le tableau 3-1 au paragraphe 10). Conformément à la méthode prescriptive, le FDWR maximal admissible pour un bâtiment situé à Winnipeg est de 0,289 (FDWR = 2000 – 0,2 × HDD ÷ 3000); sur la base des exigences du propriétaire, toutefois, la conception proposée a un FDWR de 0,38.

Selon les exigences prescriptives pour la zone 7A, les murs hors sol doivent avoir un coefficient de transmission thermique globale (coefficient U) d'au plus 0,21 W/(m² · K) et tant le fenêtrage que les portes doivent avoir un coefficient U d'au plus 2,2 W/(m² · K). À l'aide du FDWR maximal admissible de 0,289, la somme des UA du bâtiment prescriptif est calculée comme suit :

Méthode prescriptive (bâtiment de référence)

Ensemble de l'enveloppe du bâtiment	Coefficient U selon la méthode prescriptive (U_{ir}), en W/(m² · K)	Aire (A_{ir}), en m²	Rapport des aires pour un FDWR maximal	UA (U_{ir} x A_{ir}), en W/K
Murs	0,21	398,16	0,711	83,61
Fenêtrage et portes	2,2	161,84	0,289	356,05
	Totaux :	560	1	439,66 (440)

Suivant la méthode simple des solutions de remplacement, la demande du propriétaire pour un FDWR plus élevé peut être compensée par les coefficients U du fenêtrage et des portes et/ou des murs, puisque ces ensembles sont des parties verticales hors sol de l'enveloppe du bâtiment, à condition que la somme des UA (ΣUA) du bâtiment proposé ne dépasse pas la somme des UA du bâtiment de référence (440 W/K dans cet exemple).

Afin de démontrer la conformité au moyen du FDWR proposé de 0,38, le concepteur applique les calculs de la méthode simple des solutions de remplacement en utilisant un fenêtrage et des portes présentant des coefficients U plus faibles (c.-à-d. offrant une meilleure performance que les exigences prescriptives). Comme il est montré dans l'option 1, en utilisant un fenêtrage et des portes avec des coefficients U de 1,7 W/(m² · K), la somme des produits UA (ΣUA) du bâtiment proposé (435 W/K) demeure inférieure à celle du bâtiment de référence (440 W/K) et la conception est conforme à la méthode des solutions de remplacement.

Option 1 – Méthode simple des solutions de remplacement (bâtiment proposé)

Ensemble de l'enveloppe du bâtiment	Coefficient U requis (U_{ip}), en W/(m² · K)	Aire (A_{ip}), en m²	Rapport des aires résultant des exigences de conception	UA (U_{ir} x A_{ir}), en W/K
Murs	0,21	347,2	0,62	72,91
Fenêtrage et portes	1,7	212,8	0,38	361,76
	Totaux :	560	1	434,67 (435)

Le concepteur pourrait également utiliser une combinaison de mesures pour abaisser le coefficient U du bâtiment proposé, par exemple en modifiant les coefficients U tant des murs que du fenêtrage et des portes. Dans le calcul de l'option 2, le coefficient U du fenêtrage et des portes est diminué à nouveau, mais cette diminution permet un coefficient U des murs plus élevé.

Option 2 – Méthode simple des solutions de remplacement (bâtiment proposé)

Ensemble de l'enveloppe du bâtiment	Coefficient U requis (U_{ip}), en W/(m² · K)	Aire (A_{ip}), en m²	Rapport des aires résultant des exigences de conception	UA (U_{ir} x A_{ir}), en W/K
Murs	0,27	347,2	0,62	93,74
Fenêtrage et portes	1,6	212,8	0,38	340,48
	Totaux :	560	1	434,22 (434)

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 3-17 – Calcul selon la méthode simple des solutions de remplacement pour un entrepôt

Un entrepôt présentant une aire brute des murs de 2310 m² et un FDWR de 0,082 (8,2 %) est proposé pour Winnipeg (Manitoba). Selon le tableau C-1 du CNÉB, Winnipeg compte 5670 degrés-jours de chauffage, ce qui correspond à la zone 7A (voir le tableau 3-1 au paragraphe 10). Étant donné que le FDWR est inférieur à la valeur maximale admissible pour Winnipeg (0,289), le concepteur veut remplacer cet élément performant par le coefficient U du fenêtrage et des portes et/ou des murs hors sol.

La somme des UA du bâtiment prescriptif est calculée comme suit en utilisant un FDWR maximal admissible de 0,289 :

Méthode prescriptive (bâtiment de référence)

Ensemble de l'enveloppe du bâtiment	Coefficient U selon la méthode prescriptive (U_{ir}), en W/(m² · K)	Aire (A_{ir}), en m²	Rapport des aires résultant du FDWR maximal	UA (U_{ir} x A_{ir}), en W/K
Murs	0,21	1642,41	0,711	344,91
Fenêtrage et portes	2,2	667,59	0,289	1468,7
	Totaux :	2310	1	1813,61 (1814)

Selon la méthode simple des solutions de remplacement, le FDWR proposé, qui est inférieur à la valeur maximale admissible, peut être remplacé par les coefficients U du fenêtrage et des portes et/ou des murs, puisque ces ensembles sont des parties verticales hors sol de l'enveloppe du bâtiment, à condition que la somme des UA (ΣUA) du bâtiment proposé ne dépasse pas la somme des UA du bâtiment de référence (1814 W/K dans cet exemple).

Le concepteur applique les calculs de la méthode simple des solutions de remplacement en utilisant seulement les coefficients U des murs qui sont plus élevés (moins performants) que les coefficients prescriptifs du CNÉB. Comme il est montré dans l'option 1, si des murs présentant un coefficient U maximal de 0,658 W/(m² · K) sont utilisés, la somme des UA (ΣUA) du bâtiment proposé (1812 W/K) demeure inférieure à celle du bâtiment de référence (1814 W/K) et la conception est conforme à la méthode des solutions de remplacement.

Option 1 – Méthode simple des solutions de remplacement (bâtiment proposé)

Ensemble de l'enveloppe du bâtiment	Coefficient U requis (U_{ip}), en W/(m² · K)	Aire (A_{ip}), en m²	Rapport des aires résultant des exigences de conception	UA (U_{ir} x A_{ir}), en W/K
Murs	0,658	2120,58	0,918	1395,34
Fenêtrage et portes	2,2	189,42	0,082	416,72
	Totaux :	2310	1	1812,06 (1812)

Le concepteur pourrait également utiliser une combinaison de mesures pour abaisser le coefficient U du bâtiment proposé, par exemple en modifiant les coefficients U des murs, du fenêtrage et des portes. Le calcul dans l'option 2 montre le remplacement du FDWR par des murs, un fenêtrage et des portes moins performants.

Option 2 – Méthode simple des solutions de remplacement (bâtiment proposé)

Ensemble de l'enveloppe du bâtiment	Coefficient U requis (U_{ip}), en W/(m² · K)	Aire (A_{ip}), en m²	Rapport des aires résultant des exigences de conception	UA (U_{ir} x A_{ir}), en W/K
Murs	0,56	2120,58	0,918	1187,52
Fenêtrage et portes	3,3	189,42	0,082	625,09
	Totaux :	2310	1	1812,61 (1813)

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Méthode de conformité par la voie de la performance (section 3.4)

64. L'option de la méthode de performance est décrite à la partie 8 du CNÉB. Cette méthode utilise une approche axée sur le bâtiment entier pour démontrer la conformité de l'enveloppe du bâtiment. Le bâtiment proposé et le bâtiment de référence sont tous les deux modélisés de façon identique à l'aide d'une valeur de fuites d'air globale de 0,25 L/(s · m²), tel qu'il est indiqué au paragraphe 8.4.3.3. 3), ce qui pourrait ne pas refléter la valeur réelle enregistrée dans les conditions d'exploitation. Cette option permet des remplacements entre non seulement des ensembles de l'enveloppe du bâtiment, mais également entre tous les paramètres du bâtiment, y compris les installations CVCA, l'éclairage et d'autres systèmes ou installations techniques du bâtiment. Par exemple, une enveloppe du bâtiment moins performante pourrait être permise avec une plus grande efficacité des installations CVCA. Les restrictions relatives à l'enveloppe du bâtiment dans le contexte de la méthode de performance sont décrites à l'article 3.4.1.2. du CNÉB.

Tableaux à utiliser avec les exemples 3-1 à 3-10

65. Les valeurs de résistance thermique fournies aux tableaux 3-4 à 3-7 sont des valeurs génériques et approximatives pour les matériaux indiqués. Les valeurs ont été obtenues en multipliant les valeurs de résistance thermique (RSI) par millimètre d'épaisseur fournies au tableau 3-8 par l'épaisseur du matériau. Les valeurs publiées par les fabricants pour leurs matériaux exclusifs peuvent donc être différentes. Dans la mesure du possible, les valeurs RSI doivent être obtenues auprès des fabricants des produits et avoir été déterminées conformément aux normes relatives aux matériaux applicables. Les données peuvent également provenir des fiches techniques de produits du Centre canadien de matériaux de construction ou du manuel de l'ASHRAE (ASHRAE Handbook – Fundamentals).

66. Toutes les données des tableaux 3-4 à 3-8 valent pour une température de 24 ± 1 °C (75 ± 2 °F).

Tableau 3-4
Valeurs de résistance thermique de matériaux d'isolation courants : panneaux isolants, dalles et revêtements intermédiaires

Matériaux d'isolation	RSI/mm	Valeurs RSI pour l'épaisseur des matériaux de panneaux isolants, de dalles et de revêtements intermédiaires											
		Épaisseur du matériau, en mm											
		13	16	19	25	38	51	64	76	89	101	127	152
Polystyrène expansé													
Type 1	0,026	0,34	0,42	0,49	0,65	0,99	1,33	1,66	1,98	2,31	2,63	3,30	3,95
Type 2	0,028	0,36	0,45	0,53	0,71	1,06	1,43	1,79	2,13	2,49	2,83	3,56	4,26
Type 3	0,030	0,39	0,48	0,57	0,76	1,14	1,53	1,92	2,28	2,67	3,03	3,81	4,56
Polystyrène extrudé – Types 2, 3, 4	0,035	0,46	0,56	0,67	0,88	1,33	1,79	2,24	2,66	3,12	3,54	4,45	5,32
Fibre minérale semi-rigide(1)	0,0298	0,39	0,48	0,57	0,75	1,13	1,52	1,91	2,26	2,65	3,01	3,78	4,53
Panneau de fibres isolant	0,016	0,21	0,26	0,30	0,40	0,61	0,82	1,02	1,22	1,42	1,62	2,03	2,43
Polyisocyanurate/polyuréthane – surface perméable, types 1, 2, 3	0,03818	0,50	0,61	0,73	0,97	1,45	1,90	2,44	2,90	3,40	3,86	4,85	5,80
Polyisocyanurate/polyuréthane – surface imperméable, types 1, 2, 3	0,03937	0,51	0,63	0,75	0,98	1,50	2,00	2,52	2,99	3,50	3,98	5,00	5,98
Revêtement intermédiaire de plaques de plâtre	0,0063	0,082	0,101	0,120	0,158	0,239	0,321	0,403	0,479	0,561	0,636	0,800	0,958
Panneau de particules – faible masse volumique (593 kg/m³ = 37 lb/pi³)	0,0098	0,127	0,157	0,186	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Panneau de particules – masse volumique moyenne (800 kg/m³ = 50 lb/pi³)	0,0077	0,100	0,123	0,146	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Panneau de particules – masse volumique élevée (993 kg/m³ = 62 lb/pi³)	0,0059	0,077	0,094	0,112	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Contreplaqué – bois tendre générique	0,0087	0,109	0,135	0,161	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 3-4 (suite)

Matériaux d'isolation	RSI/mm	Valeurs RSI pour l'épaisseur des matériaux de panneaux isolants, de dalles et de revêtements intermédiaires											
		Épaisseur du matériau, en mm											
		13	16	19	25	38	51	64	76	89	101	127	152
Contreplaqué – Sapin de Douglas	0,0111	0,139	0,172	0,205	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Panneau de copeaux – 705 kg/m^3	0,0095	0,124	0,152	0,181	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Panneau de copeaux orientés (OSB)	0,0098	0,127	0,157	0,186	–	–	–	–	–	–	–	–	–

(1) La fibre minérale semi-rigide inclut tant la fibre de verre que la fibre de laine de roche.

Tableau 3-5
Valeurs de résistance thermique de matériaux d'isolation courants : matelas isolants

Matériaux d'isolation	Valeurs RSI pour l'épaisseur des matelas isolants										
	Épaisseur du matériau, en mm										
	89/92	89/92	140	152	140/152	152	140/152	178/216	241	267	279/300
	Valeur R du matériau										
	R12	R14	R19	R20	R22	R22,5	R24	R28	R31	R35	R40
Matelas isolant : fibre minérale (roche ou verre)	2,11	2,46	3,34	3,52	3,87	3,96	4,23	4,93	5,46	6,16	7,04

Tableau 3-6
Valeurs de résistance thermique de matériaux d'isolation courants : isolants pulvérisés

Matériaux d'isolation	RSI/mm	Valeurs RSI pour l'épaisseur des matériaux isolants pulvérisés									
		Épaisseur du matériau, en mm									
		51	76	89	101	127	140	152	202	254	305
Fibre de cellulose pulvérisée – épaisseur une fois tassée	0,024	–	–	2,14	–	–	3,36	–	–	–	–
Fibre de verre pulvérisée – densité de 16 kg/m^3	0,025	–	–	2,23	–	–	3,50	–	–	–	–
Fibre de verre pulvérisée – densité de 28,8 kg/m^3	0,029	–	–	2,58	–	–	4,06	–	–	–	–
Mousse de polyuréthane pulvérisée – densité moyenne	0,036	1,84	2,74	3,20	3,64	4,57	5,04	5,47	7,27	9,14	10,98
Mousse de polyuréthane pulvérisée – faible densité	0,0255	1,30	1,94	2,27	2,58	3,24	3,57	3,88	5,15	6,48	7,78

Tableau 3-7
Valeurs de résistance thermique de matériaux d'isolation courants : isolant en vrac

Matériaux d'isolation	RSI/mm	Valeurs RSI pour l'épaisseur de matériaux d'isolation en vrac									
		Épaisseur du matériau, en mm									
		89	140	152	202	254	305	356	406	457	508
Cellulose en vrac	0,025	2,23	3,50	3,80	5,05	6,35	7,63	8,90	10,15	11,43	12,70
Fibre minérale en vrac pour combles	0,01875	1,67	2,63	2,85	3,79	4,76	5,72	6,68	7,61	8,57	9,53
Fibre minérale en vrac pour murs	0,02865	2,55	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Fibre minérale en vrac pour murs	0,0289	–	4,05	–	–	–	–	–	–	–	–
Isolant à épandre en vrac pour combles	0,0200	1,78	2,80	3,04	4,04	5,08	6,10	7,12	8,12	9,14	10,16
Perlite	0,019	1,69	2,66	2,89	3,84	4,83	5,80	6,76	7,71	8,68	9,65
Vermiculite	0,015	1,34	2,10	2,28	3,03	3,81	4,58	5,34	6,09	6,86	7,62

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 3-8
Caractéristiques thermiques types de matériaux de construction courants(1)

Films d'air	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Extérieur :			
Plafond, planchers et murs : vent de 6,7 m/s (hiver)	—	—	0,03
Intérieur :			
Plafond (écoulement thermique ascendant)	—	—	0,11
Plancher (écoulement thermique descendant)	—	—	0,16
Murs (écoulement thermique horizontal)	—	—	0,12
Lames d'air(2)(3)	Épaisseur de la lame d'air	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Plafonds (écoulement thermique ascendant) : entre matériaux non réfléchissants(4)	13 mm	—	0,15
	20 mm	—	0,15
	40 mm	—	0,16
	90 mm	—	0,16
Planchers (écoulement thermique descendant) : entre matériaux non réfléchissants(4)	13 mm	—	0,16
	20 mm	—	0,18
	40 mm	—	0,20
	90 mm	—	0,22
Murs (écoulement thermique horizontal) : entre matériaux non réfléchissants(4)	13 mm	—	0,16
	20 mm	—	0,18
	40 mm	—	0,18
	90 mm	—	0,18
Matériaux de revêtement extérieur	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Brique :			
Argile cuite (2400 kg/m^2)	100 mm	0,0007	0,07
Béton : sable et gravier ou pierre (2400 kg/m^2)	100 mm	0,0004	0,04
Mortier et stucco, ciment et chaux	—	0,0009	—
Bardeaux de bois :			
400 mm, pureau de 190 mm	—	—	0,15
400 mm, pureau double de 300 mm	—	—	0,21
Support isolant	8 mm	—	0,25
Bardage :			
Bardage de métal ou de vinyle sur un revêtement intermédiaire :			
endos à âme évidé	—	—	0,11
endos isolant	9,5 mm nominal	—	0,32
avec papier d'aluminium	9,5 mm nominal	—	0,52
Bardage de bois :			
à clin, 200 mm, joints à recouvrement	13 mm	—	0,14
à clin, 250 mm, joints à recouvrement	20 mm	—	0,18
à mi-bois, 200 mm	20 mm	—	0,14
panneaux de fibres durs	11 mm	—	0,12
contreplaqué, joints à recouvrement	9,5 mm	—	0,10
Pierre :			
quartziste et grès (2240 kg/m^3)	—	0,0003	—
calcite, dolomite, calcaire, marbre et granit (2240 kg/m^3)	—	0,0004	—

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 3-8 (suite)

Matériaux de revêtement extérieur	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Bardage de fibro-ciment : ciment de cellulose renforcé de fibres, simple face	6,35 mm	0,003	0,023
	8 mm	0,003	0,026
Matériaux de toiture(5)	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Toiture d'asphalte en rouleau	—	—	0,03
Asphalte/goudron	—	0,0014	—
Toiture à étanchéité multicouche	10 mm	—	0,06
Pierre concassée	—	0,0006	—
Platelage d'acier	—	—	négligeable
Bardeaux :			
bitumés	—	—	0,08
de bois	—	—	0,17
Ardoise	13 mm	—	0,01
Matériaux de revêtement intermédiaire	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Plaques de plâtre	12,7 mm	0,0063	0,08
Panneaux de fibres isolants	—	0,016	—
Panneau de particules :			
de faible masse volumique (593 kg/m^3)	—	0,0098	—
de masse volumique moyenne (800 kg/m^3)	—	0,0077	—
de masse volumique élevée (993 kg/m^3)	—	0,0059	—
Contreplaqué – bois tendre générique	9,5 mm	0,0087	0,083
	11 mm		0,096
	12,5 mm		0,109
	15,5 mm		0,135
	18,5 mm		0,161
Contreplaqué – sapin de Douglas	9,5 mm	0,0111	0,105
	11 mm		0,122
	12,5 mm		0,139
	15,5 mm		0,172
	18,5 mm		0,205
Matériaux en feuilles :			
Feutre perméable	—	—	0,011
2 couches de feutre avec bitume (0,73 kg/m^3)	—	—	0,210
Membrane plastique	—	—	négligeable
Panneau de copeaux (705 kg/m^3)	—	0,0095	—
Panneau de copeaux orientés (OSB)	9,5 mm	0,0098	0,093
	11 mm		0,108

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 3-8 (suite)

Matériaux d'isolation [6]	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Matelas isolant : fibre minérale de roche ou de verre			
R12	89/92 mm	—	2,11
R14	89/92 mm	—	2,46
R19[7] (R20 comprimé)	140 mm	—	3,34
R20	152 mm	—	3,52
R22	140/152 mm	—	3,87
R22,5	152 mm	—	3,96
R24	140/152 mm	—	4,23
R28	178/216 mm	—	4,93
R31	241 mm	—	5,46
R35	267 mm	—	6,16
R40	279/300 mm	—	7,04
Panneaux :			
Pour toiture	—	0.018	—
Pour murs ou plafonds (carreaux)	—	0,016	—
Revêtement intermédiaire de polyisocyanurate ou polyuréthane, revêtus : types 1, 2 et 3			
Surface perméable	25 mm	0,03818	0,97
	50 mm	0,0360	1,80
Surface imperméable	25 mm	0,03937	1,00
	50 mm	0,0374	1,87
Polystyrène expansé[8] :			
type 1	25 mm	0,026	0,65
type 2	25 mm	0,028	0,71
type 3	25 mm	0,030	0,76
Polystyrène extrudé : types 2, 3 et 4	25 mm	0,035	0,88
	50 mm	0,0336	1,68
Fibre minérale semi-rigide[9]	25 mm	0,0298	0,757
Isolant en vrac :			
Cellulose	—	0,025	—
Fibre minérale pour combles	112 à 565 mm	0,01875	—
Fibre minérale pour murs	89 mm	0,02865	2,55
	140 mm	0,0289	4,05
Isolant à épandre pour combles	—	0,0200	—
Perlite	—	0,019	—
Vermiculite	—	0,015	—
Isolant pulvérisé :			
Mousse de polyuréthane pulvérisée :			
densité moyenne	25 mm	0,036	0,90
	50 mm	0,036	1,80
faible densité	25 mm	0,0255	0,60
Fibre de cellulose pulvérisée	épaisseur une fois tassée	0,024	—
Isolant en fibres de verre pulvérisé			
densité : 16 kg/m^3	89 mm	0,025	2,30
	140 mm	0,025	3,53
densité : 28,8 kg/m^3	89 mm	0,029	2,64
	140 mm	0,029	4,06

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 3-8 (suite)

Matériaux structuraux	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Béton :			
Granulats de faible densité :			
schiste, argile ou ardoise expansés, cendre, laitiers expansés (1600 kg/m^3)	—	0,0013	—
perlite, vermiculite et billes de polystyrène (480 kg/m^3)	—	0,0063	—
Granulats de densité normale :			
granulats de sable et gravier ou de pierre (2400 kg/m^3)	—	0,0004	—
Bois durs[10][11]			
Frêne	—	0,0063	—
Bouleau	—	0,0055	—
Érable	—	0,0063	—
Chêne	—	0,0056	—
Bois tendres[10][11]			
Sapin gracieux	—	0,0080	—
Séquoia de Californie	—	0,0089	—
Sapin de Douglas-mélèze	—	0,0069	—
Cèdre blanc	—	0,0099	—
Pin blanc	—	0,0092	—
Pruche	—	0,0084	—
Pin lodgepole	—	0,0082	—
Pin rouge	—	0,0077	—
Pruche de l'Ouest	—	0,0074	—
Thuya géant	—	0,0102	—
Épinette blanche	—	0,0097	—
Cyprès jaune	—	0,0077	—
Bois pour éléments d'ossature, groupe Spruce-Pine-Fir[12]	—	0,0085	—
Acier, feuille galvanisée, contenant 0,14 % de carbone	—	0,0000161	—
Blocs de béton	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Granulats de pierres calcaires – 2 alvéoles :			
Alvéoles remplies de perlite	190 mm	—	0,37
	290 mm	—	0,65
Granulats de faible densité (granulats de schiste, argile, ardoise ou laitiers expansés) – 2 ou 3 alvéoles :			
Alvéoles sans isolant	90 mm	—	0,24
	140 mm	—	0,30
	190 mm	—	0,32
	240 mm	—	0,33
	290 mm	—	0,41
Alvéoles remplies de perlite	140 mm	—	0,74
	190 mm	—	0,99
	290 mm	—	1,35
Alvéoles remplies de vermiculite	140 mm	—	0,58
	190 mm	—	0,81
	240 mm	—	0,98
	290 mm	—	1,06

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 3-8 (suite)

Blocs de béton	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), (m² · K)/W par mm	Résistance thermique (RSI), (m² · K)/W pour l'épaisseur indiquée
Alvéoles remplies de billes de polystyrène expansé moulé	190 mm	—	0,85
Alvéoles remplies de polystyrène expansé moulé	190 mm	—	0,62
Granulats de densité moyenne (combinaison de granulats de densités normale et faible) – 2 ou 3 alvéoles :			
Alvéoles sans isolant	190 mm	—	0,26
Alvéoles remplies de perles de polystyrène expansé moulé	190 mm	—	0,56
Alvéoles remplies de polystyrène expansé moulé	190 mm	—	0,47
Alvéoles remplies de perlite	190 mm	—	0,53
Alvéoles remplies de vermiculite	190 mm	—	0,58
Granulats de densité normale (granulats de sable et de gravier) – 2 ou 3 alvéoles :			
Alvéoles sans isolant	90 mm	—	0,17
	140 mm	—	0,19
	190 mm	—	0,21
	240 mm	—	0,24
	290 mm	—	0,26
Alvéoles remplies de perlite	190 mm	—	0,35
Alvéoles remplies de vermiculite	140 mm	—	0,40
	190 mm	—	0,51
	240 mm	—	0,61
	290 mm	—	0,69
Briques d'argile creuses	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), (m² · K)/W par mm	Résistance thermique (RSI), (m² · K)/W pour l'épaisseur indiquée
Plusieurs alvéoles : alvéoles sans isolant	90 mm	—	0,27
Rectangulaires, 2 alvéoles :			
Alvéoles sans isolant	140 mm	—	0,39
	190 mm	—	0,41
	290 mm	—	0,47
Alvéoles remplies de vermiculite	140 mm	—	0,65
	190 mm	—	0,86
	290 mm	—	1,29
Rectangulaires, 3 alvéoles :			
Alvéoles sans isolant	90 mm	—	0,35
	140 mm	—	0,38
	190 mm	—	0,41
	240 mm	—	0,43
	290 mm	—	0,45
Alvéoles remplies de vermiculite	140 mm	—	0,68
	190 mm	—	0,86
	240 mm	—	1,06
	290 mm	—	1,19

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 3-8 (suite)

Matériaux de finition intérieurs[13]	Épaisseur du matériau	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W par mm	Résistance thermique (RSI), ($m^2 \cdot K$)/W pour l'épaisseur indiquée
Plaques de plâtre	—	0,0061	—
Panneaux de fibres durs : masse volumique moyenne (800 kg/m^3)	—	0,0095	—
Panneaux intérieurs de finition (carreaux ou planches)	—	0,0198	—
Panneaux de particules :			
Faible masse volumique (590 kg/m^3)	—	0,0098	—
Masse volumique moyenne (800 kg/m^3)	—	0,0074	—
Masse volumique élevée (1000 kg/m^3)	—	0,0059	—
Sous-couche	15,9 mm	—	0,140
Contreplaqué	—	0,0087	—
Revêtements de sol :			
Tapis avec thibaude de fibres	—	—	0,370
Tapis avec thibaude de caoutchouc	—	—	0,220
Carreau de liège	3,2 mm	—	0,049
Bois dur	19 mm	—	0,120
Terrazzo	25 mm	—	0,014
Carreaux – linoléum, vinyle, caoutchouc	—	—	0,009
Carreaux – céramique	9,5 mm	—	0,005
Support de revêtement de sol	19 mm	—	0,170
Enduit :			
Ciment : granulats de sable	—	0,0014	—
Plâtre de gypse :			
granulats de faible densité :	—	0,0044	—
granulats de sable	—	0,0012	—

(1) Les valeurs de résistance thermique fournies au tableau 3-8 sont des valeurs génériques pour les matériaux énumérés ou des valeurs minimales acceptables tirées des normes relatives aux produits. Les valeurs publiées par les fabricants pour leurs matériaux exclusifs peuvent différer légèrement, mais peuvent être utilisées, à condition que les valeurs aient été obtenues conformément aux normes de matériau applicables. Pour les matériaux ne figurant pas dans ce tableau ou ceux pour lesquels la valeur indiquée ne correspond pas à l'épaisseur du produit, la valeur de résistance thermique doit être calculée en divisant l'épaisseur du matériau, en mètres, par sa conductivité, en W/(m · K). On trouvera ces valeurs dans la documentation du fabricant.

(2) Les valeurs RSI peuvent être interpolées pour les lames d'air de 13 à 90 mm, et peuvent être extrapolées modérément pour les lames d'air de plus de 90 mm. Cependant, les lames d'air de moins de 13 mm ne peuvent pas être incluses dans le calcul de la résistance thermique effective d'un ensemble.

(3) En présence de lattes continues, utiliser la valeur RSI d'une couche d'air d'épaisseur équivalente.

(4) Un matériau isolant réfléchissant peut contribuer aux propriétés thermiques d'un ensemble, selon son emplacement et la manière dont il est installé. La valeur obtenue par évaluation peut être incluse dans le calcul de la résistance ou de la transmission thermique de l'ensemble considéré.

(5) Les matériaux installés à l'extérieur d'une lame d'air ventilée ne peuvent pas être inclus dans le calcul du coefficient de transmission thermique globale de l'ensemble.

(6) Tous les types d'isolants faits de mousses cellulaires qui doivent pouvoir retenir un agent de gonflement, autre que l'air, pendant plus de 180 jours doivent être soumis à des essais de résistance thermique à long terme conformément à la norme CAN/ULC-S770, « Détermination de la résistance thermique à long terme des mousses isolantes thermiques à alvéoles fermées ». Cette valeur de résistance thermique doit être entrée comme valeur de résistance thermique de calcul aux fins des calculs énergétiques. Les normes relatives aux produits précisent une valeur de résistance thermique à long terme de référence pour une épaisseur de 50 mm, utilisée pour calculer la valeur de résistance thermique à long terme des autres épaisseurs.

(7) Un matelas isolant présentant une valeur RSI de 3,52 (R20) comprimé dans une cavité de 140 mm a une valeur de résistance thermique de 3,34 (R19), alors que s'il est placé dans une cavité (formée de poteaux en métal, par exemple), de 152 mm (non comprimé), il conservera sa pleine résistance thermique de 3,52 ($m^2 \cdot K$)/W.

(8) L'isolant de polystyrène expansé n'est pas conçu pour retenir un agent de gonflement; les exigences relatives à la valeur de résistance thermique à long terme ne s'appliquent donc pas.

(9) La fibre minérale semi-rigide inclut tant la fibre de verre que la fibre de laine de roche.

(10) Les valeurs de résistance thermique pour les essences de bois sont calculées en fonction d'une teneur en eau de 12 %. Au Canada, la teneur en eau d'équilibre du bois dans les bâtiments se situe entre 8 et 14 %. Les valeurs de résistance thermique pour les essences de

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 3-8 (suite)

bois dont la teneur en eau est de 12 % sont faciles à obtenir. La différence entre les propriétés thermiques des essences de bois dont la teneur en eau est de 12 % et celles dont la teneur en eau est de 14 % est négligeable.

(11) Pour les essences de bois non énumérées dans le présent tableau, la valeur RSI d'une essence de bois de masse volumique égale ou supérieure peut être utilisée puisque la résistance thermique du bois est directement liée à sa masse volumique (le bois de masse volumique élevée présente une plus faible résistance thermique).

(12) La valeur de 0,0085 est considérée comme une valeur courante pour les éléments d'ossature en bois tendre (S-P-F).

(13) Les matériaux installés à l'intérieur d'un espace climatisé ne peuvent pas être inclus dans le calcul de la résistance thermique effective d'un ensemble.

Tableau 3-9
Pourcentages de l'aire avec ossature et de l'aire sans ossature pour des ensembles types d'ossature en bois

Ensemble à ossature de bois		Espacement entraxe des éléments d'ossature, en mm									
		304		406		488		610		1220	
		% aire (avec ou sans ossature)									
		Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans
Planchers	solives en bois d'oeuvre	–	–	13	87	11,5	88,5	10	90	–	–
	solives en I et solives en bois triangulées	–	–	9	91	7,5	92,5	6	94	–	–
Toits/ plafonds	plafonds à fermes types	–	–	14	86	12,5	87,5	11	89	–	–
	plafonds à fermes à chevrons relevés	–	–	10	90	8,5	91,5	7	93	–	–
	toits à chevrons en bois d'oeuvre et plafonds à solives en bois d'oeuvre	–	–	13	87	11,5	88,5	10	90	–	–
	toits à chevrons de type solive en I et plafonds à solives en I	–	–	9	91	7,5	92,5	6	94	–	–
	toits à panneaux structuraux isolés	–	–	–	–	–	–	–	–	9	91
Murs	à ossature de bois type	24,5	75,5	23	77	21,5	78,5	20	80	–	–
	à ossature de bois évoluée avec sablière jumelée	–	–	19	81	17,5	82,5	16	84	–	–
	à panneaux structuraux isolés	–	–	–	–	–	–	–	–	14	86
	de sous-sol à ossature de bois à l'intérieur d'un mur de fondation en béton	–	–	16	84	14,5	85,5	13	87	–	–

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 4

Éclairage

Objet (article 4.1.1.1.)

1. La partie 4 du CNÉB s'applique aux composants et aux systèmes d'éclairage intérieur et extérieur qui sont raccordés à l'installation électrique du bâtiment. Les exigences portent sur quatre points : puissance de l'éclairage intérieur, commandes de l'éclairage intérieur, puissance de l'éclairage extérieur et commandes de l'éclairage extérieur.

2. Les systèmes d'éclairage suivants sont exemptés de ces exigences :
   - l'éclairage de sécurité qui est automatiquement fermé pendant l'exploitation normale d'un bâtiment; et
   - l'éclairage dans les logements.

   Également, s'il peut être démontré à l'autorité compétente que la nature de l'usage du bâtiment rend impraticable la mise en application des exigences de la partie 4 du CNÉB, l'éclairage peut être exempté de la conformité à cette partie (par exemple, les systèmes d'éclairage qui sont conçus pour répondre à des exigences réglementaires de santé ou de sécurité, comme ceux qui sont utilisés dans les hôpitaux ou les établissements de soins de santé complémentaires pour générer les niveaux d'éclairement supérieurs prescrits par l'administration ou l'autorité sanitaire locales).

Conformité (article 4.1.1.3.)

3. La conformité à la partie 4 du CNÉB peut être assurée au moyen d'une des méthodes suivantes :
   - la méthode prescriptive décrite à la section 4.2., qui est une approche simple dans le cadre de laquelle le concepteur applique les exigences telles qu'elles sont énoncées pour assurer la conformité de l'éclairage intérieur et extérieur;
   - la méthode des solutions de remplacement décrite à la section 4.3., qui offre plus de souplesse en vue de la conformité aux exigences de puissance et de commande de l'éclairage intérieur (cette méthode ne peut pas être utilisée pour démontrer la conformité aux exigences relatives à l'éclairage extérieur); et
   - la méthode de performance décrite à la partie 8, qui est une approche qui comporte la modélisation du bâtiment entier (si cette méthode est choisie, elle doit être suivie pour tous les paramètres du bâtiment visés par le CNÉB, c'est-à-dire l'enveloppe du bâtiment, l'éclairage, les installations CVCA, le chauffage de l'eau sanitaire et les moteurs électriques/systèmes de distribution de l'électricité).

   Les organigrammes des figures A-4.1.1.3. 1)-A et B du CNÉB montrent les méthodes de conformité pour l'éclairage intérieur et l'éclairage extérieur, respectivement.

Méthode prescriptive (section 4.2.)

4. Les exigences de la méthode prescriptive sont dérivées des exigences relatives à l'éclairage contenues dans la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1, « Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings ».

Puissance de l'éclairage intérieur (sous-section 4.2.1.)

5. Un projet d'éclairage pour un bâtiment est conforme aux exigences prescriptives de puissance de l'éclairage intérieur du CNÉB si la puissance de l'éclairage intérieur installé ne dépasse pas la puissance de l'éclairage intérieur admissible. Cette dernière peut être déterminée au moyen de la méthode de l'aire du bâtiment ou de la méthode espace par espace. La méthode de l'aire du

bâtiment fournit une moyenne pour un bâtiment type tandis que la méthode espace par espace est une approche plus détaillée de calcul de la puissance de l'éclairage intérieur admissible.

6. L'exemple 4-1 démontre comment calculer la puissance de l'éclairage intérieur au moyen de la méthode de l'aire du bâtiment et de la méthode espace par espace, et illustre comment se conformer aux exigences relatives aux commandes de l'éclairage.

Exemple 4-1 – Puissance de l'éclairage intérieur

Cet exemple utilise un espace renfermant quatre types d'espace : une salle de réunion, un hall d'entrée, une salle de toilettes et un espace de bureaux à aire ouverte (se reporter à la figure A). À l'exception de la salle de toilettes, tous les espaces ont accès à la lumière du jour grâce à des fenêtres à vitrage double.

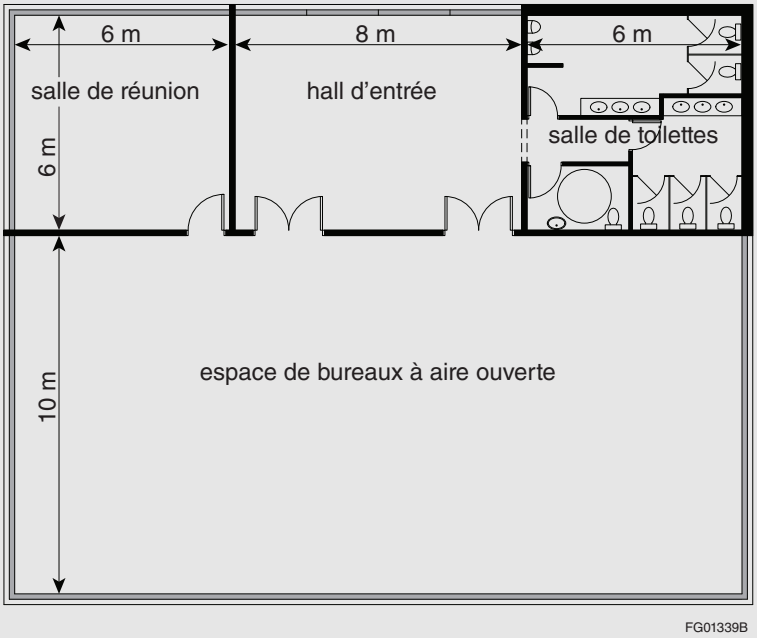


Figure A
Plan de l'espace

Toutes les mesures correspondent aux dimensions intérieures mur à mur, c'est-à-dire que l'épaisseur du mur n'est pas prise en compte. L'aire brute éclairée de chaque espace peut ainsi être déterminée au moyen des dimensions données.

Le concepteur choisit d'éclairer chaque espace au moyen de luminaires F32T8 à deux lampes utilisant des ballasts électroniques conformes aux exigences de la norme CSA C654, « Mesures de rendement des ballasts de lampe fluorescente », avec un facteur de ballast normal. La puissance de fonctionnement de calcul de cette combinaison lampe/ballast est de 59 W, qui est la puissance d'éclairage raccordée par luminaire. Le projet d'éclairage inclut également des signalisations des issues, mais celles-ci n'ont pas à être incluses dans le calcul conformément à l'alinéa 4.2.1.4. 4)j) du CNÉB.

Le tableau qui suit fournit de l'information sur le projet d'éclairage qui permet le calcul de la puissance de l'éclairage intérieur installé.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-1 – Puissance de l'éclairage intérieur (suite)

Calcul de la puissance d'éclairage

Type d'espace	Nombre de luminaires	Puissance d'éclairage raccordée par luminaire, en W	Puissance de l'éclairage intérieur installé, en W
Salle de réunion	8	59	472
Hall d'entrée	8	59	472
Salle de toilettes	5	59	295
Bureaux à aire ouverte	36	59	2124
			Total : 3363

Méthode de l'aire du bâtiment (4.2.1.5.)

La totalité de l'espace dans l'exemple 4-1 pouvant être considérée comme un espace de bureaux, on peut utiliser la méthode de l'aire du bâtiment pour déterminer la puissance de l'éclairage intérieur admissible. Il est à noter que la méthode de l'aire du bâtiment pourrait être utilisée même si jusqu'à 10 % de l'aire brute éclairée pouvait être classifiée comme étant une aire destinée à un « usage autre que des bureaux » (se reporter au paragraphe 4.2.1.5. 3) du CNÉB). La densité de puissance d'éclairage (LPD) indiquée au tableau 4.2.1.5. du CNÉB pour un bâtiment de type « bureaux » est de 8,8 W/m². L'aire brute éclairée de l'espace – qui est égale à l'aire réelle de l'espace dans ce cas – est de 320 m² (20 m × 16 m).

La puissance de l'éclairage intérieur admissible peut maintenant être calculée comme suit :

$$\begin{aligned}\text{Puissance de l'éclairage intérieur admissible}_{\text{méthode de l'aire du bâtiment}} &= \text{LPD} \cdot \text{aire brute éclairée} \\ &= 8,8 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 320\ \text{m}^2 \\ &= 2816\ \text{W}\end{aligned}$$

Méthode espace par espace (4.2.1.6.)

Si l'espace satisfait aux critères d'application de la méthode de l'aire du bâtiment, la méthode espace par espace, qui prévoit que la puissance de l'éclairage admissible pour chacun des quatre espaces soit additionnée, peut également être utilisée. Le tableau suivant fournit les résultats des calculs.

Puissance de l'éclairage admissible au moyen de la méthode espace par espace

Type d'espace	Aire brute éclairée, en m²	LPD tirée du tableau 4.2.1.6. du CNÉB, en W/m²	Puissance de l'éclairage intérieur admissible, en W
Salle de réunion	36	13,3(1)	478,8
Hall d'entrée	48	9,7(2)	465,6
Salle de toilettes	36	10,5(3)	378
Bureaux à aire ouverte	200	10,6(4)	2120
			Total : 3442 (arrondi)

(1) LPD pour le type d'espace « Salles de conférence/de réunion/polyvalentes ».
(2) LPD pour le type d'espace « Halls - autres ».
(3) LPD pour le type d'espace « Salle de toilettes - autres ».
(4) LPD pour le type d'espace « Bureaux - aire ouverte ».

La puissance de l'éclairage intérieur admissible déterminée au moyen de la méthode espace par espace est de 3442 W.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-1 – Puissance de l'éclairage intérieur (suite)

Conclusion

La puissance de l'éclairage intérieur installé et les puissances de l'éclairage intérieur admissibles se comparent comme suit :

$$\text{Puissance de l'éclairage intérieur installé} = 3363\ \text{W}$$
$$\text{Puissance de l'éclairage intérieur admissible}_{\text{méthode de l'aire du bâtiment}} = 2816\ \text{W}$$
$$\text{Puissance de l'éclairage intérieur admissible}_{\text{méthode espace par espace}} = 3442\ \text{W}$$

Le projet d'éclairage dans cet exemple ne serait pas jugé conforme à la méthode prescriptive s'il était conçu au moyen de la méthode de l'aire du bâtiment, qui mène à une puissance de l'éclairage intérieur installé (3363 W) supérieure à la puissance de l'éclairage intérieur admissible (2816 W). La conception est toutefois conforme si la méthode espace par espace est utilisée, laquelle mène à une puissance admissible de 3442 W.

Il est à noter que si la puissance de l'éclairage intérieur installé pour le hall d'entrée (472 W) dépasse la puissance de l'éclairage intérieur admissible pour ce type d'espace (465,6 W), cela ne signifie pas que le projet d'éclairage global est jugé non conforme. Aux fins de la démonstration de la conformité, la puissance de l'éclairage peut être distribuée de n'importe quelle façon, dans n'importe lequel des espaces, à condition que la puissance de l'éclairage intérieur installé totale ne dépasse pas la puissance de l'éclairage intérieur admissible totale (se reporter au paragraphe 4.2.1.3. 2) du CNÉB).

Si la méthode de l'aire du bâtiment requiert un calcul plus simple, elle mène typiquement à une puissance admissible plus basse. La méthode espace par espace peut présenter des avantages par rapport à la méthode de l'aire du bâtiment parce qu'elle tient compte de la répartition des types d'espace pondérée en fonction des aires individuelles, tandis que la méthode de l'aire du bâtiment suppose une répartition standard des types d'espace pour établir un niveau de LPD moyen, ce qui pourrait ne pas être aussi représentatif de la conception du bâtiment dans certains cas.

Commandes de l'éclairage intérieur (sous-section 4.2.2.)

7. La méthode prescriptive de la section 4.2. du CNÉB définit également les exigences relatives aux commandes de l'éclairage intérieur. Ces exigences tiennent compte de l'orientation des technologies et des pratiques courantes énoncée dans la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1. Le tableau 4.2.1.6. du CNÉB énumère les types de commandes de l'éclairage requises et facultatives pour chaque type d'espace.

8. L'exemple 4-2 compare le projet d'éclairage pour un espace de bureaux à aire ouverte avec les exigences relatives aux commandes de l'éclairage intérieur du CNÉB.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-2 – Commandes de l'éclairage intérieur

Dans cet exemple, un concepteur élabore un projet d'éclairage pour un espace de bureaux à aire ouverte de 120 m² comportant des postes de travail et qui est occupé pendant des heures normales durant la semaine (se reporter à la figure A).

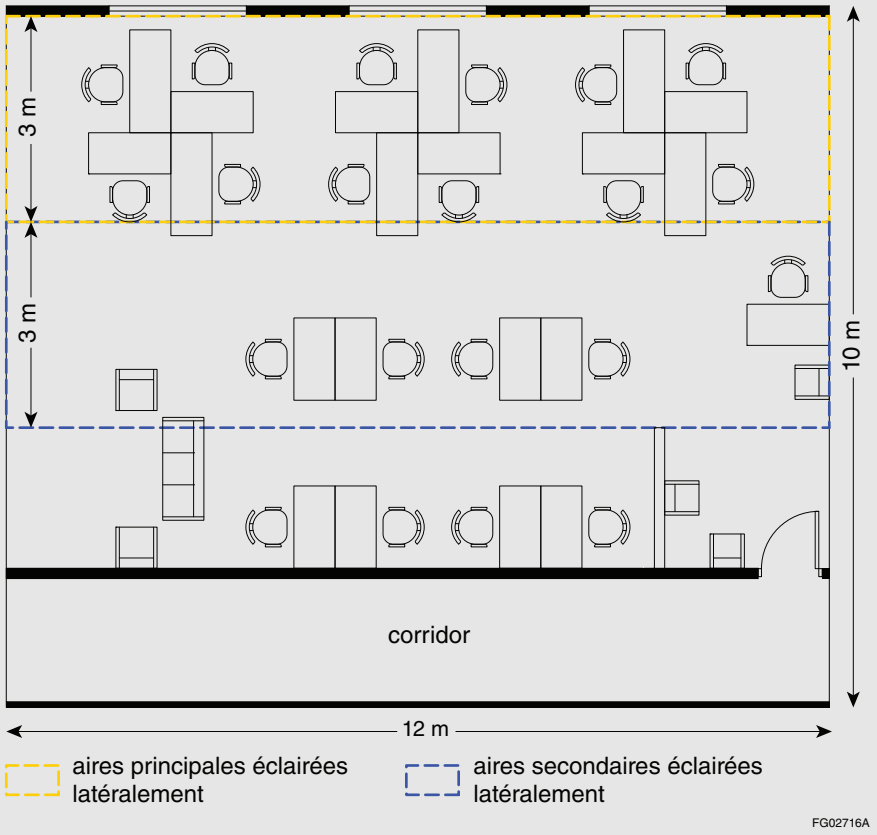


Figure A
Espace de bureaux à aire ouverte comportant des postes de travail

Le projet d'éclairage proposé pour l'espace de bureaux de la figure A est le suivant :

- la puissance de l'éclairage intérieur installé est de 890 W;
- un dispositif de commande manuelle de l'éclairage est adjacent à la porte d'entrée;
- des détecteurs d'occupant allument tous les appareils d'éclairage lorsque des occupants sont détectés;
- des photocommandes (détecteurs de lumière naturelle) sont installées près de chacune des trois fenêtres; et
- une commande de type mise hors circuit programmée fonctionne selon l'heure et la journée de la semaine (les appareils d'éclairage sont programmés pour s'éteindre de 20 h à 7 h lorsque l'espace de bureaux est inoccupé).

Conformité de la puissance de l'éclairage

D'après le tableau 4.2.1.6. du CNÉB, la densité de puissance d'éclairage pour un espace de type « Bureaux – À aire ouverte » est limitée à 10,6 W/m². La puissance de l'éclairage admissible maximale calculée conformément à l'alinéa 4.2.1.6. 1)c) du CNÉB est, par conséquent, de 1272 W (10 m × 12 m × 10,6 W/m²), qui est supérieure à la puissance de l'éclairage intérieur de calcul de 890 W. La puissance de l'éclairage intérieur proposé est donc conforme au CNÉB.

Exemple 4-2 – Commandes de l'éclairage intérieur (suite)

Conformité des commandes de l'éclairage

Le tableau suivant compare les exigences relatives aux commandes de l'éclairage intérieur mentionnées au tableau 4.2.1.6. et à l'article 4.2.2.1. du CNÉB avec le projet d'éclairage proposé pour l'espace de bureaux à aire ouverte de la figure A.

Exigences relatives aux commandes de l'éclairage tirées du tableau 4.2.1.6. du CNÉB		Description du projet d'éclairage proposé et des commandes de l'éclairage	Conformité du projet d'éclairage proposé avec le tableau 4.2.1.6. et l'article 4.2.2.1. du CNÉB
Type de commande de l'éclairage	Exigence relative à un espace de type « Bureaux – À aire ouverte »		
Manuelle	Requis	Bureau d'une aire de 120 m² et interrupteur d'éclairage manuel à installer à l'entrée.	Conception conforme, respectant les exigences du tableau 4.2.1.6., de l'alinéa 4.2.2.1. 3)a) et du paragraphe 4.2.2.1. 4).
Limitée à la mise en circuit manuelle Limitée à la mise en circuit automatique partielle	Au moins l'un de ces deux types de commandes de l'éclairage doit être installé	Détecteurs d'occupant allumant tous les appareils d'éclairage lorsque des occupants sont détectés.	Conception non conforme, ne respectant pas les exigences du tableau 4.2.1.6. ou des paragraphes 4.2.2.1. 6) ou 8). La conformité pourrait être atteinte en exigeant que les appareils d'éclairage soient allumés manuellement ou en programmant les détecteurs d'occupant pour que 50 % des appareils d'éclairage s'allument plutôt que la totalité.
À deux niveaux	Requis	Non comprise dans la conception.	Conception non conforme, ne respectant pas les exigences du tableau 4.2.1.6. ou du paragraphe 4.2.2.1. 9). La conformité pourrait aussi être atteinte en installant des commandes de l'éclairage de type « Limitées à la mise en circuit automatique partielle ».
Réagissant automatiquement à la lumière naturelle pour l'éclairage latéral	Requis	Emplacement des détecteurs et des luminaires contrôlés non déterminé dans la conception.	Conception partiellement conforme, respectant les exigences du tableau 4.2.1.6., mais ne respectant pas celles des paragraphes 4.2.2.1. 10) et 11).
Réagissant automatiquement à la lumière naturelle pour l'éclairage zénithal	Requis	Aucun lanterneau ou lanterneau continu ne sont compris dans la conception.	La conformité au tableau 4.2.1.6. et au paragraphe 4.2.2.1. 13) ne s'applique pas.
Mise hors circuit automatique partielle	Non requis	Non comprise dans la conception.	La conformité au tableau 4.2.1.6. et au paragraphe 4.2.2.1. 16) est facultative.
Mise hors circuit automatique complète Mise hors circuit programmée	Au moins l'un de ces deux types de commandes de l'éclairage doit être installé	Commande d'arrêt de l'éclairage programmée assurée dans la conception.	Conception conforme, respectant les exigences du tableau 4.2.1.6. et du paragraphe 4.2.2.1. 20). La conformité pourrait aussi être atteinte en installant des détecteurs d'absence pour les commandes de type « Mise hors circuit automatique complète » tel que l'indique le paragraphe 4.2.2.1. 18).

La conception proposée des commandes de l'éclairage intérieur pour l'espace de bureaux à aire ouverte ne répond pas entièrement aux exigences du tableau 4.2.1.6. ou de l'article 4.2.2.1. du CNÉB.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commandes de l'éclairage dans les garages de stationnement (article 4.2.2.2.)

9. Les exigences relatives aux commandes de l'éclairage dans les garages de stationnement du CNÉB tiennent compte des exigences correspondantes de la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1, ce qui facilite le calcul et la mise en application pour les administrations qui incorporent par renvoi ces deux documents.

10. L'exemple 4-3 illustre comment les exigences relatives aux commandes de l'éclairage dans les garages de stationnement énoncées à l'article 4.2.2.2. du CNÉB s'appliquent au garage de stationnement de la figure A.

Exemple 4-3 – Commandes de l'éclairage dans les garages de stationnement

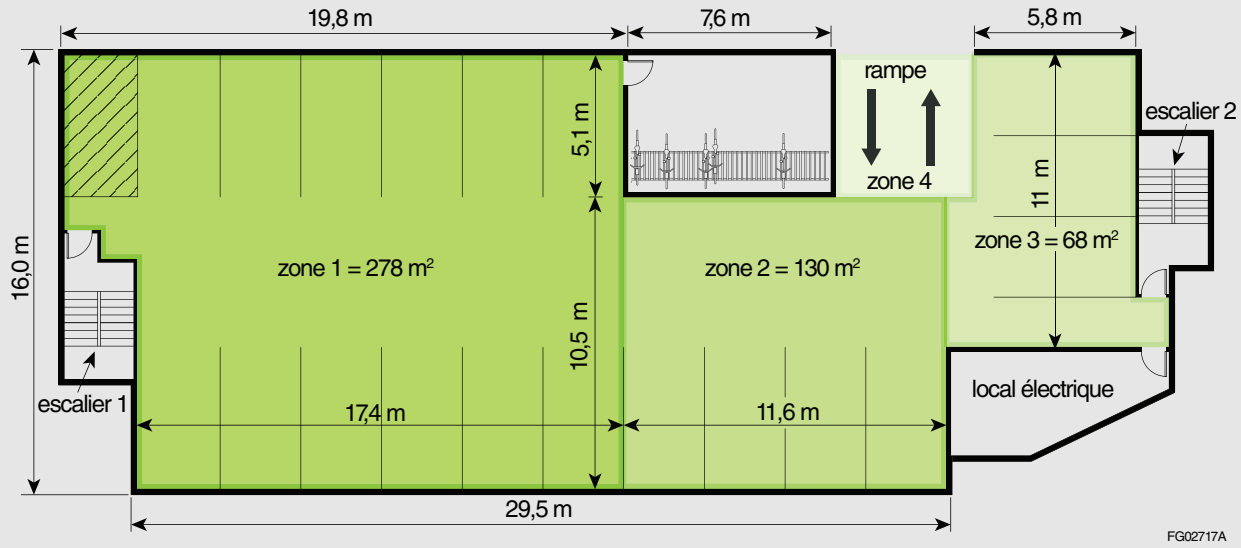


Figure A
Garage de stationnement divisé en quatre zones d'éclairage

Conformément au paragraphe 4.2.2.2. 1) du CNÉB, l'éclairage dans un garage de stationnement est divisé en zones d'au plus 360 m².

Conformément au paragraphe 4.2.2.2. 2) du CNÉB, trois détecteurs de mouvement – un dans chacune des zones 1, 2 et 3 – fonctionnent de façon indépendante les uns des autres pour réduire la puissance de l'éclairage par zone de 30 % lorsque aucune activité n'y est détectée pendant 20 minutes.

Conformément au paragraphe 4.2.2.2. 3) du CNÉB, une commande de l'éclairage distincte est installée dans la zone 4 afin de réduire l'éclairage de 50 % entre le coucher et le lever du soleil au moyen d'un détecteur d'éclairage naturel.

Détermination des aires principales et secondaires éclairées latéralement (article 4.2.2.3.)

11. La mise en oeuvre de stratégies liées à l'éclairage naturel réduit la consommation d'énergie de l'éclairage intérieur. Les dispositions relatives aux commandes de l'éclairage naturel présentées à l'article 4.2.2.1. du CNÉB permettent d'assurer que les aires principales et secondaires éclairées latéralement sont prises en compte au moyen des méthodes de calcul de l'article 4.2.2.3. du CNÉB.

12. Dans le calcul de l'aire éclairée latéralement principale et secondaire d'une pièce, les aires qui sont éclairées par la lumière de plus d'une fenêtre ne doivent pas être comptées en double. La figure A de l'exemple 4-4 montre les aires principales et secondaires éclairées latéralement et les aires de chevauchement correspondantes pour les espaces de l'exemple 4-1.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

13. L'exemple 4-4 illustre le calcul des aires principales et secondaires éclairées latéralement.

Exemple 4-4 – Calcul des aires principales et secondaires éclairées latéralement

Dans cet exemple, les fenêtres s'étendent sur la pleine largeur de la salle de réunion, du hall d'entrée et de l'espace de bureaux, et vont de la hauteur de l'appui de fenêtre de 1 m à la hauteur sous plafond de 3 m. Il n'existe pas d'obstructions verticales (p. ex., des cloisons) de plus de 1,5 m de hauteur.

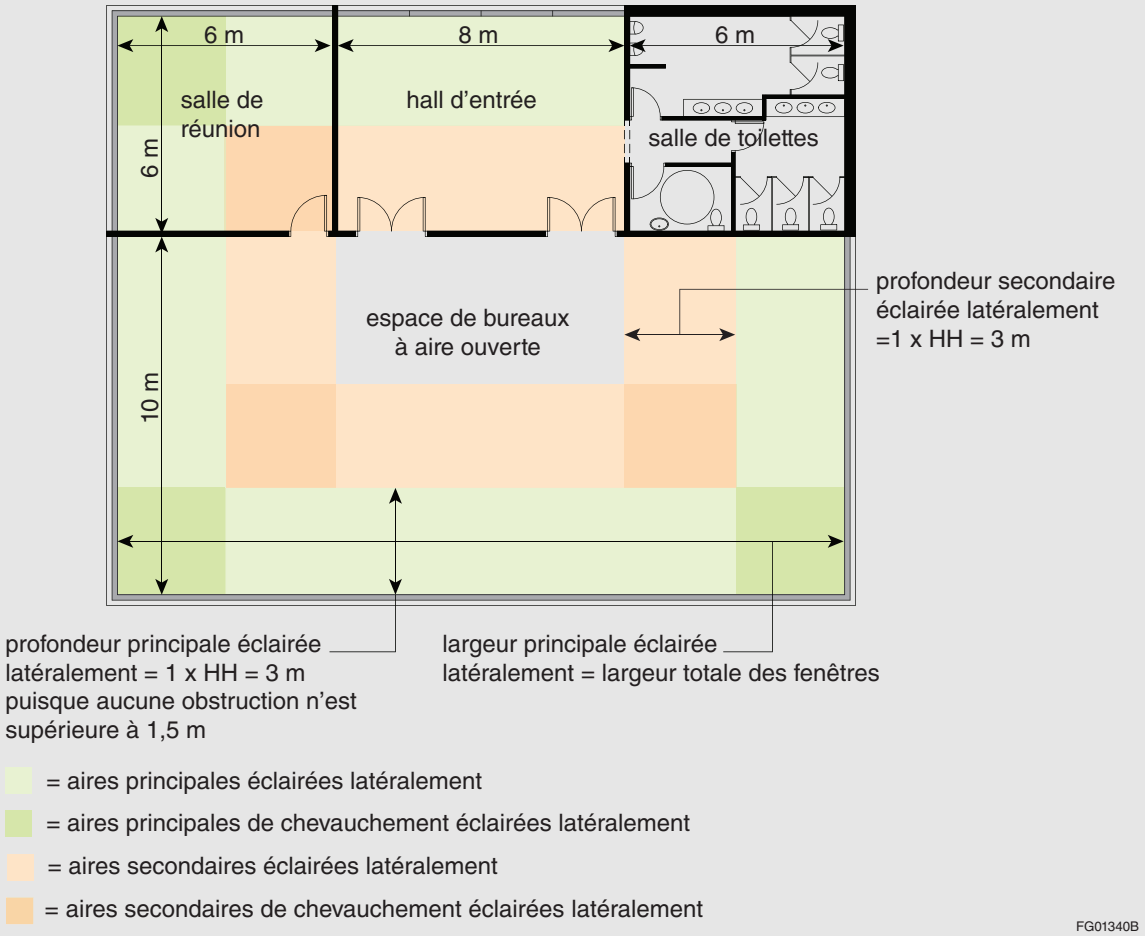


Figure A
Aires principales, secondaires et de chevauchement éclairées latéralement

Toutes les fenêtres dans la figure A s'étendent sur la pleine longueur d'un mur de sorte que la largeur éclairée latéralement est la même que la longueur du mur correspondant. La hauteur de tête (HH) des fenêtres, qui est la distance du plancher au sommet des vitrages, est de 3 m puisque les fenêtres vont jusqu'au plafond, ce qui définit la profondeur éclairée latéralement (1 x HH) puisqu'il n'existe pas d'obstructions supérieures à 1,5 m dans les espaces.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-4 – Calcul des aires principales et secondaires éclairées latéralement (suite)

Dans l'espace de bureaux à aire ouverte, les aires éclairées latéralement principales, $A_{DL,OOS}$, se chevauchent de 3 m dans deux des coins. La valeur de $A_{DL,OOS}$ est calculée comme suit :

$$\begin{aligned} A_{DL,OOS} &= \text{aires principales éclairées latéralement} - \text{aires principales de chevauchement éclairées latéralement} \\ &= A + B + C - \text{aires principales de chevauchement éclairées latéralement} \\ &= (10\,\text{m} \cdot 3\,\text{m}) + (20\,\text{m} \cdot 3\,\text{m}) + (10\,\text{m} \cdot 3\,\text{m}) - [(3\,\text{m} \cdot 3\,\text{m}) + (3\,\text{m} \cdot 3\,\text{m})] \\ &= 120\,\text{m}^2 - 18\,\text{m}^2 \\ &= 102\,\text{m}^2 \end{aligned}$$

Les aires principales et secondaires éclairées latéralement sont calculées comme suit pour les types d'espace présentés dans la figure A :

Type d'espace	Aire principale éclairée latéralement, en m²	Aire secondaire éclairée latéralement, en m²
Salle de réunion	27	9
Hall d'entrée	24	24
Salle de toilettes	0(1)	0(1)
Bureaux à aire ouverte	102	66

(1) La salle de toilettes ne comporte pas de fenêtres; il n'y a donc pas d'éclairage latéral.

14. Aucune des trois conditions d'exemption énoncées au paragraphe 4.2.2.1. 12) du CNÉB ne s'applique à l'exemple 4-4 puisque :
- il n'y a aucune structure adjacente;
- le vitrage mesure au moins 2 m²; et
- aucun des espaces n'est un établissement de vente au détail.

Détermination de l'aire à éclairage naturel sous des lanterneaux continus (article 4.2.2.4.)

15. Les critères du CNÉB sur la façon de calculer l'aire à éclairage naturel sous des lanterneaux continus tiennent compte des critères correspondants de la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1, ce qui facilite le calcul et la mise en application pour les administrations qui incorporent par renvoi ces deux documents.

La méthode pour déterminer l'aire à éclairage naturel sous des lanterneaux continus est semblable à celle utilisée pour les lanterneaux standard. Se reporter à l'exemple 4-5.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Détermination de l'aire à éclairage naturel sous des lanterneaux (article 4.2.2.5.)

Exemple 4-5 – Détermination de l'aire à éclairage naturel sous des lanterneaux

L'éclairage naturel d'un garage de véhicules de pompier est assuré par 15 lanterneaux à double vitrage espacés également de 6 m dans les deux directions à la grandeur de la toiture (voir la figure A). Chaque lanterneau mesure 1 m × 1 m et a une profondeur de puits de 0,5 m. La hauteur sous plafond du garage de véhicules de pompier est de 10 m et il n'y aura pas d'obstructions verticales permanentes dans l'espace.

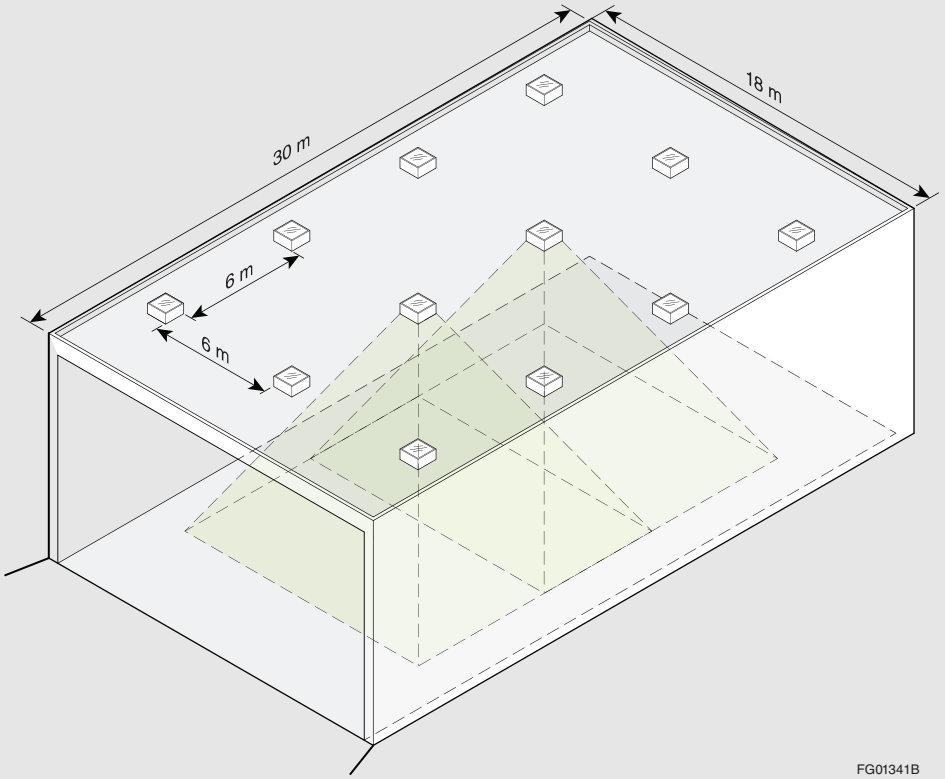


Figure A
Répartition des lanterneaux dans le garage de véhicules de pompier (vue en plan)

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-5 – Détermination de l'aire à éclairage naturel sous des lanterneaux (suite)

La figure A-4.2.2.5. 2) du CNÉB montre comment calculer l'aire à éclairage naturel sous des lanterneaux, laquelle aire doit être évaluée pour chaque lanterneau à partir de la lumière projetée. L'étendue de l'aire à éclairage naturel dans chaque direction au-delà de la simple projection sur l'aire directement sous le lanterneau est définie par la plus petite des distances suivantes (se reporter aux alinéas 4.2.2.5. 2)a) à c)) du CNÉB) :

a) 70 % de la hauteur sous plafond;
b) la distance par rapport à toute autre aire à éclairage naturel; et
c) la distance par rapport à la face la plus proche de toute obstruction verticale éloignée de plus de 70 % de la distance entre le dessus de l'obstruction verticale et le plafond.

Dans cet exemple, l'aire à éclairage naturel de chaque lanterneau chevauche l'aire à éclairage naturel des lanterneaux adjacents (les lanterneaux sont espacés de 6 m et la distance a) est égale à 7 m) et les aires à éclairage naturel des lanterneaux du périmètre sont délimitées par les murs extérieurs (obstructions verticales). On peut donc en conclure que la totalité de l'aire du garage de véhicules de pompier forme l'aire à éclairage naturel totale :

$$\begin{aligned} A_{DL,lanterneau} &= A_{\text{aire du garage de véhicules de pompier}} \\ &= 30\,m \cdot 18\,m \\ &= 540\,m^2 \end{aligned}$$

Applications d'éclairage particulières (article 4.2.2.6.)

16. Le CNÉB exige que certaines applications d'éclairage particulières soient commandées séparément de l'éclairage général et que l'éclairage des chambres et des suites d'hébergement temporaire commercial soit commandé automatiquement. Ces exigences tiennent compte des exigences correspondantes de la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1, ce qui facilite le calcul et la mise en application pour les administrations qui incorporent par renvoi ces deux documents.

Puissance de l'éclairage extérieur et commandes de l'éclairage extérieur (sous–sections 4.2.3. et 4.2.4.)

17. Les exigences du CNÉB qui limitent la quantité d'énergie admissible aux fins de l'éclairage extérieur tiennent compte des exigences correspondantes de la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1, ce qui facilite le calcul et la mise en application pour les administrations qui incorporent par renvoi ces deux documents.

18. L'éclairage de façade et l'éclairage paysager peuvent être programmés pour s'éteindre automatiquement en fonction des heures d'ouverture du bâtiment afin de réduire la consommation d'énergie lorsqu'un éclairage extérieur n'est pas requis.

19. L'exemple 4-6 porte sur les exigences relatives aux systèmes d'éclairage extérieur en ce qui a trait à la puissance de l'éclairage (sous-section 4.2.3. du CNÉB) et aux commandes d'éclairage (sous-section 4.2.4. du CNÉB).

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-6 – Puissance de l'éclairage extérieur

Dans cet exemple, un concepteur élabore le projet d'éclairage extérieur pour un supermarché doté d'un stationnement ouvert adjacent. Le bâtiment mesure 10 m de hauteur et comporte un passage piétons de 3 m de largeur le long de deux de ses façades. L'entrée principale mesure 4 m de largeur et fait face au stationnement. Le bâtiment est situé dans un district commercial à activité modérée. Se reporter à la figure A.

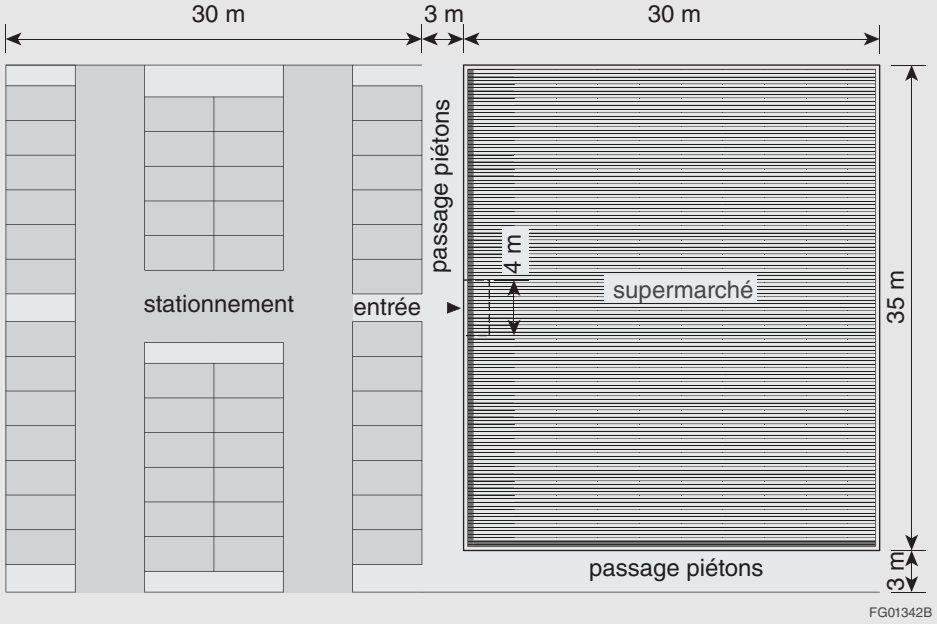


Figure A
Plan d'implantation du supermarché et du stationnement

Le concepteur veut installer des luminaires pour les quatre applications extérieures suivantes :

1) façades : six luminaires éclairant le mur de l'entrée principale
2) entrée principale : deux luminaires
3) passages piétons : sept luminaires
4) stationnement : huit luminaires

Puissance de l'éclairage extérieur (4.2.3.)

La puissance admissible de l'éclairage extérieur varie en fonction de la zone d'éclairage dans laquelle le bâtiment sera situé (il est à noter que ces zones sont différentes des zones climatiques mentionnées à la partie 3 du CNÉB). Le supermarché dans cet exemple sera situé dans un district commercial qui n'est pas un secteur à activité élevée; donc, selon le tableau 4.2.3.1.-A du CNÉB, les puissances admissibles de l'éclairage extérieur de la zone 3 s'appliqueront.

La puissance admissible de l'éclairage extérieur est une combinaison de trois valeurs admissibles : la puissance admissible du site de base, les puissances admissibles de l'éclairage pour des applications extérieures spécifiques et les puissances admissibles de l'éclairage pour des applications générales. La puissance admissible du site de base dans le tableau 4.2.3.1.-B du CNÉB peut être utilisée pour toute application d'éclairage – spécifique ou générale. Les puissances admissibles spécifiques de l'éclairage du tableau 4.2.3.1.-C du CNÉB peuvent seulement être utilisées pour l'application à laquelle elles s'appliquent, de sorte que toute puissance admissible restante est perdue. Les puissances admissibles générales de l'éclairage du tableau 4.2.3.1.-D du CNÉB peuvent être utilisées pour toutes les applications d'éclairage générales, de sorte que toute puissance admissible restante peut être appliquée à d'autres applications extérieures générales.

Exemple 4-6 – Puissance de l'éclairage extérieur (suite)

Puissance admissible du site de base pour l'éclairage extérieur

La puissance admissible du site de base pour l'éclairage extérieur dans la zone d'éclairage 3 est de 750 W.

Puissances admissibles de l'éclairage pour des applications extérieures spécifiques

La façade prise en compte dans cet exemple peut être désignée comme une application extérieure spécifique. Le projet d'éclairage prévoit six luminaires équipés dans chaque cas d'une lampe aux halogénures (HM) de 50 W. La combinaison lampe-ballast consomme 70 W de courant électrique. La puissance raccordée de l'éclairage extérieur pour la façade est calculée comme suit :

$$\text{Puissance raccordée de l'éclairage extérieur}_{\text{façade}} = 6 \text{ luminaires} \cdot 70 \frac{\text{W}}{\text{luminaire}} = 420 \text{ W}$$

Conformément au tableau 4.2.3.1.-C du CNÉB, la puissance admissible de l'éclairage extérieur pour les façades est de 1,6 W/m² pour chaque aire éclairée d'un mur ou d'une surface, ou de 12,3 W/m pour chaque longueur de mur ou de surface éclairée. Les résultats pour chacun de ces calculs sont les suivants :

$$\text{Puissance admissible de l'éclairage extérieur}_{\text{façade,aire}} = 1,6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} (35 \text{ m} \cdot 10 \text{ m}) = 560 \text{ W}$$

$$\text{Puissance admissible de l'éclairage extérieur}_{\text{façade,linéaire}} = 12,3 \frac{\text{W}}{\text{m}} \cdot 35 \text{ m} = 430,5 \text{ W}$$

Le tableau qui suit compare la puissance admissible spécifique de l'éclairage extérieur à la puissance raccordée de l'éclairage extérieur. Le projet d'éclairage pour la façade consomme moins de puissance que la puissance admissible et est donc conforme au CNÉB. Étant donné que la façade est une application extérieure spécifique, la différence entre la puissance raccordée et la puissance admissible ne peut pas être utilisée pour d'autres applications d'éclairage extérieur.

Application d'éclairage extérieur	Puissance raccordée de l'éclairage extérieur, en W	Puissance admissible spécifique de l'éclairage extérieur, en W
Façade	420 W	560 W

Si la puissance raccordée de l'éclairage extérieur avait été supérieure à la puissance admissible spécifique de l'éclairage extérieur pour une ou plusieurs des applications extérieures, le concepteur aurait pu appliquer une partie ou la totalité de la puissance admissible du site de base pour l'éclairage extérieur dans la zone d'éclairage 3 (750 W) à n'importe laquelle de ces applications afin de réaliser un projet d'éclairage extérieur conforme. Si toute partie de la puissance admissible du site de base est appliquée à l'application spécifique, la puissance admissible du site de base est réduite en conséquence. Dans ce cas, la totalité de la puissance admissible du site de base pour l'éclairage extérieur demeure disponible pour le reste des applications d'éclairage extérieur.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-6 – Puissance de l'éclairage extérieur (suite)

Puissances admissibles de l'éclairage pour les applications d'éclairage extérieur générales

Le calcul des puissances admissibles de l'éclairage extérieur général est similaire au calcul des puissances admissibles de l'éclairage extérieur spécifique. Le paramètre requis est l'aire de la surface ou la longueur de l'application extérieure à éclairer. Le tableau qui suit résume la puissance raccordée de l'éclairage extérieur et les puissances admissibles de l'éclairage extérieur général applicables à l'exemple 4-6 d'après le tableau 4.2.3.1.-D du CNÉB.

Application d'éclairage extérieur	Nombre de luminaires	Puissance totale de la combinaison lampe-ballast par luminaire, en W	Puissance raccordée de l'éclairage extérieur	Grandeur de la surface ou du mur éclairé	Puissance admissible de l'éclairage pour les applications extérieures générales	Puissance admissible de l'éclairage extérieur général
Entrée principale	2	90 W (70 W HM)	180 W	4 m	98 W/m	392 W
Passages piétons	7	90 W (70 W HM)	630 W	204 m^2 ((35 m + 3 m + 30 m) × 3 m)	1,7 W/m^2	347 W
Stationnement	8	180 W (150 W HM)	1440 W	1140 m^2 (38 m × 30 m)	1,1 W/m^2	1254 W
			Total : 2250 W			Total : 1993 W

Dans cet exemple, la puissance raccordée totale de l'éclairage extérieur de 2250 W est supérieure à la puissance admissible totale de l'éclairage extérieur général de 1993 W. La puissance admissible du site de base de 750 W pour l'éclairage extérieur n'a pas encore été utilisée, de sorte qu'elle peut être additionnée à la puissance admissible de l'éclairage extérieur général pour une puissance admissible totale de 2743 W, laquelle est maintenant supérieure à la puissance raccordée totale de l'éclairage extérieur, ce qui rend le projet d'éclairage extérieur conforme aux exigences de la sous-section 4.2.3. du CNÉB.

Il est à noter que les passages piétons et le stationnement ont des valeurs de puissance raccordée de l'éclairage plus élevées que leur puissance admissible de l'éclairage extérieur applicable. Toutefois, comme toutes les applications dans cet exemple sont des applications générales d'éclairage extérieur, les puissances admissibles, y compris la puissance admissible du site de base, pour chaque application peuvent être appliquées à d'autres applications, ce qui est une approche similaire à la méthode espace par espace pour la puissance de l'éclairage intérieur.

Commandes de l'éclairage extérieur (sous-section 4.2.4.)

Les applications d'éclairage extérieur requièrent des commandes d'éclairage, comme il est mentionné au paragraphe 4.2.4.1. 1) du CNÉB puisqu'elles ne satisfont pas aux conditions d'exemption précisées aux paragraphes 4.2.4.1. 2) et 3) du CNÉB :

- l'éclairage extérieur n'est pas conçu pour un fonctionnement nocturne; et
- les applications d'éclairage extérieur ne visent pas des entrées extérieures ou des issues extérieures couvertes pour véhicules.

Le concepteur décide d'utiliser une combinaison de photodétecteurs et de minuteries d'arrêt. Une source d'alimentation de secours est en outre intégrée à la conception afin de satisfaire aux exigences du paragraphe 4.2.4.1. 6) du CNÉB.

Le projet d'éclairage extérieur de cet exemple est maintenant conforme à la sous-section 4.2.4. du CNÉB.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Méthode des solutions de remplacement (section 4.3.)

20. La méthode des solutions de remplacement en matière d'éclairage est une méthode de conformité à la partie 4 de rechange qui s'applique seulement à la puissance de l'éclairage intérieur et aux commandes de l'éclairage intérieur (se reporter à l'article 4.3.1.2. du CNÉB pour les restrictions touchant l'application de cette méthode) (se reporter également à la figure A-4.1.1.3. 1)-A du CNÉB). Dans la méthode des solutions de remplacement, la consommation d'énergie estimée pour les systèmes d'éclairage intérieur d'une conception donnée est comparée à la consommation d'énergie de base estimée d'un projet d'éclairage élaboré selon la méthode prescriptive : ces deux valeurs sont l'énergie de l'éclairage intérieur installé (IILE) et l'énergie admissible de l'éclairage intérieur (ILEA). La valeur de l'IILE doit être égale ou inférieure à la valeur de l'ILEA pour que le projet d'éclairage intérieur soit jugé conforme.

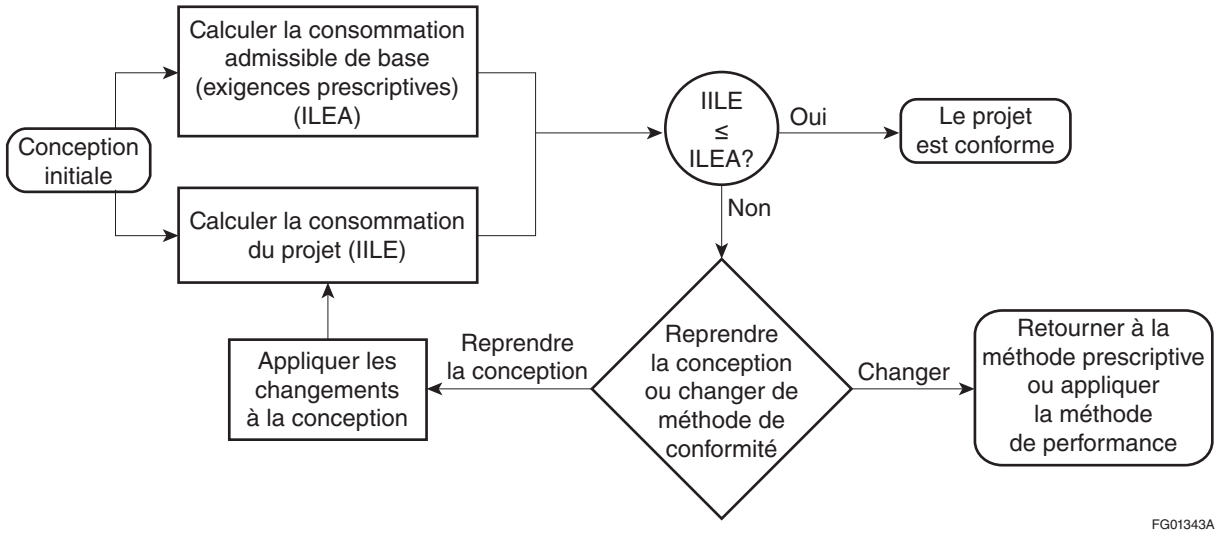


Figure 4-1
Schéma de conformité de la méthode des solutions de remplacement de l'éclairage intérieur

21. La méthode des solutions de remplacement pour l'éclairage offre deux méthodes de conformité : la conformité avec les sous-sections 4.3.2. et 4.3.3. du CNÉB ou la conformité avec des dispositions sélectionnées du CNÉB combinées à celles de la norme CSA C873.4, « Building Energy Estimation Methodology – Part 4 – Energy Consumption for Lighting » (appelée communément « BEEM »).

22. La méthode combinée CNÉB/BEEM présente une approche simplifiée du calcul de la consommation d'énergie de l'éclairage en utilisant des moyennes mensuelles au lieu des équations dynamiques utilisées dans un logiciel fondé sur les intervalles de temps horaires. Cette méthode autorise trois systèmes de commande de l'éclairage naturel – systèmes standard et à éclairage dirigé, et ombrage permanent – de même que trois intervalles de latitude (de 30° à 45°, de 45° à 60° et de 60° à 75°).

23. Même s'il est courant de relever certains écarts entre les résultats des calculs de l'éclairage naturel réalisés au moyen des sous-sections 4.3.2. et 4.3.3. du CNÉB et ceux calculés au moyen de la méthode CNÉB/BEEM, les résultats devraient néanmoins être comparables.

24. La densité de puissance de l'éclairage installé (LPD) et l'influence des commandes d'éclairage tant dans les aires éclairées naturellement que dans les aires non éclairées naturellement d'un espace doivent être considérées dans l'estimation de la consommation énergétique d'un projet de système d'éclairage. La consommation estimée globale est la somme des estimations pour chacun des espaces dans un bâtiment. La figure 4-2 est une représentation graphique du calcul de la consommation d'énergie estimée pour l'éclairage d'un espace (se reporter aux équations des paragraphes 4.3.2.1. 2) et 4.3.3.1. 2) du CNÉB).

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

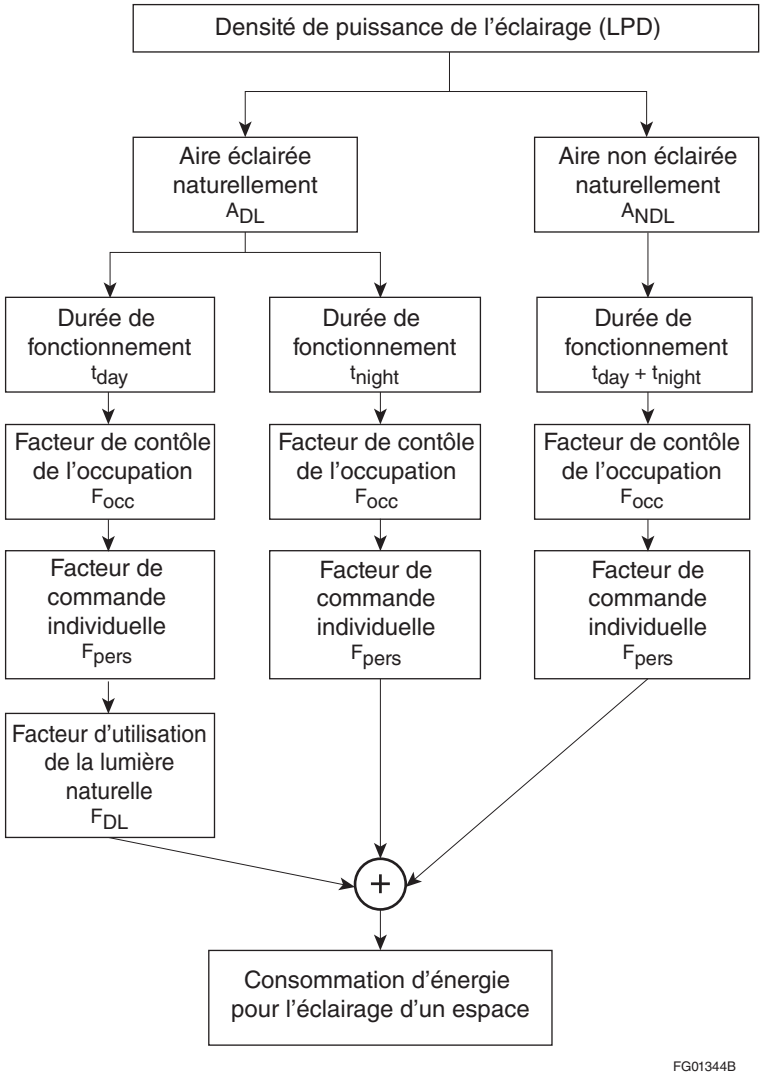


Figure 4-2
Représentation graphique(1) du calcul de la consommation d'énergie estimée pour l'éclairage
(1) Adapté de Rosemann et Suvagau : Model To Determine Lighting Energy Savings In Commercial Buildings. Ingineria Iluminatului 2010; 12, 1: 33-42

25. L'exemple 4-7 présente les calculs utilisés dans la méthode des solutions de remplacement pour l'éclairage au moyen d'un scénario dans lequel les demandes du propriétaire du bâtiment font en sorte qu'il est difficile pour le concepteur de se conformer aux exigences prescriptives du CNÉB touchant l'éclairage intérieur. L'exemple montre que la méthode des solutions de remplacement offre au concepteur une façon de répondre aux attentes du propriétaire tout en se conformant aux objectifs des exigences prescriptives.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-7 – Calculs de la méthode des solutions de remplacement

Cet exemple porte sur le projet d'éclairage d'une salle de travail et d'un espace de bureaux à aire ouverte. La salle de travail ne comporte aucune fenêtre (donc aucune aire éclairée naturellement). L'espace de bureaux à aire ouverte possède une fenêtre à double vitrage orientée vers l'ouest, laquelle fait la largeur de l'espace et s'étend jusqu'au plafond de 3 m de hauteur. Les espaces seront utilisés de 8 h à 17 h, du lundi au vendredi, 250 jours par année (les espaces sont inutilisés deux semaines par année). Le bâtiment où se trouvent ces espaces ne comporte pas d'obstructions extérieures du point de vue de l'éclairage naturel.

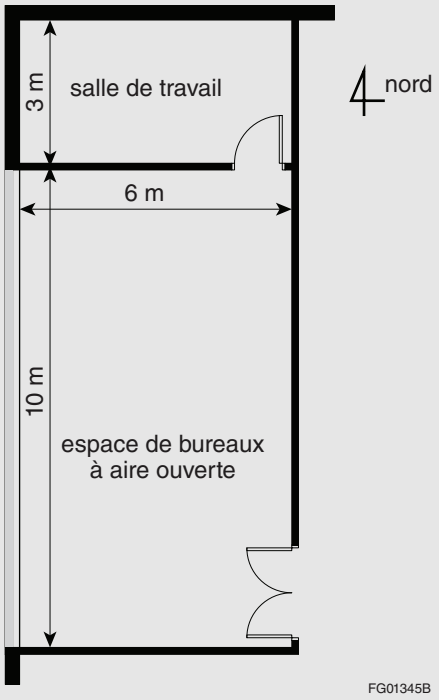


Figure A
Plan d'implantation des espaces

Le propriétaire du bâtiment exige une densité de la puissance d'éclairage (LPD) de 15,0 W/m² dans la salle de travail en raison des exigences plus élevées de rendu des couleurs et d'éclairement des activités qui y sont menées. Le propriétaire exige également une LPD de 11 W/m² dans l'espace de bureaux à aire ouverte pour générer 500 lux sur la surface de travail. Le projet inclut des commandes d'occupation dans les deux espaces, mais n'inclut pas de commandes tributaires de l'éclairage naturel ni de commandes de gradation individuelles.

Les exigences du propriétaire touchant la densité de la puissance d'éclairage dépasse les densités admissibles déterminées au moyen de la méthode de l'aire du bâtiment (8,8 W/m² pour un bâtiment de type « Bureaux » dans le tableau 4.2.1.5. du CNÉB) ou la méthode espace par espace (13,4 W/m² pour un espace de type « Salles de classe/auditoriums/salles de formation » et 10,6 W/m² pour un espace de type « Bureaux – À aire ouverte » dans le tableau 4.2.1.6. du CNÉB). La conception n'est donc pas conforme aux exigences prescriptives, mais le concepteur peut régler la situation en utilisant la méthode des solutions de remplacement. Ce faisant, l'accent passe de la puissance installée pour l'éclairage à la consommation d'énergie, c'est-à-dire au fonctionnement du système d'éclairage.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-7 – Calculs de la méthode des solutions de remplacement (suite)

Si les densités de puissance de l'éclairage (LPD) ne peuvent pas être changées en raison des besoins en matière d'éclairage des activités qui se déroulent dans ces espaces, des commandes peuvent être ajoutées pour réduire la consommation d'énergie à un niveau égal ou inférieur à la consommation d'énergie définie par l'approche prescriptive. L'exemple 4-7 montre que le concepteur peut assurer la conformité aux objectifs de la section 4.2. du CNÉB et répondre aux besoins du propriétaire en appliquant la méthode des solutions de remplacement.

La conformité au moyen de la méthode des solutions de remplacement est atteinte lorsque l'énergie de l'éclairage intérieur installé (IILE) est égale ou inférieure à l'énergie admissible de l'éclairage intérieur (ILEA).

Calcul de la consommation annuelle d'énergie et de la consommation admissible annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur pour la salle de travail

La valeur de l'IILE est la somme de la consommation annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur proposé dans les espaces considérés et est calculée conformément à la sous-section 4.3.2. du CNÉB. Les étapes en cause dans le calcul de la consommation annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur proposé dans la salle de travail, $E_{1,proposed}$, sont présentées ci-dessous.

Énergie de l'éclairage intérieur installé (4.3.2.)

$E_{1,proposed}$: Détermination de la densité de puissance de l'éclairage (4.3.2.2.)

La conception proposée utilise une densité de puissance de l'éclairage, $p_{1,proposed}$, de 15,0 W/m².

$E_{1,proposed}$: Détermination des aires éclairées naturellement et des aires non éclairées naturellement (4.3.2.3. et 4.3.2.4.)

Étant donné qu'il n'y a pas de fenêtres dans la salle de travail, l'aire éclairée naturellement, $A_{DL,1}$, est égale à 0 m². La totalité de l'aire de la salle de travail est donc l'aire non éclairée naturellement, $A_{NDL,1}$, calculée comme suit :

$$\begin{aligned} A_{NDL,1} &= A_1 - A_{DL,1} \\ &= (3\,m \cdot 6\,m) - 0\,m^2 \\ &= 18\,m^2 \end{aligned}$$

$E_{1,proposed}$: Détermination des durées de fonctionnement (4.3.2.6.)

D'après les heures pendant lesquelles l'espace est utilisé (8 h à 17 h du lundi au vendredi, moins deux semaines par année), les durées de fonctionnement pendant le jour, t_{day}, et la nuit, t_{night}, peuvent être déterminées à partir des tableaux 4.3.2.6.-A et 4.3.2.6.-B du CNÉB :

$$\begin{aligned} t_{day,1} &= 2217\,h/a \\ t_{night,1} &= 33\,h/a \end{aligned}$$

Puisque l'espace est utilisé 250 jours par année, il n'est pas nécessaire d'ajuster les valeurs de $t_{day,1}$ et $t_{night,1}$ conformément au paragraphe 4.3.2.6. 3) du CNÉB.

$E_{1,proposed}$: Détermination du facteur d'utilisation de la lumière naturelle (4.3.2.7.)

Étant donné que la salle de travail n'a pas de fenêtres, le facteur d'utilisation de la lumière naturelle, $F_{DL,1}$, est fixé à 0 conformément à l'article 4.3.2.7. du CNÉB.

$E_{1,proposed}$: Détermination des facteurs de contrôle de l'occupation et de commande individuelle (4.3.2.10.)

Pour déterminer le facteur de contrôle de l'occupation, $F_{occ,1}$, se reporter au facteur tenant compte de l'absence relative d'occupants, $C_{A,1}$, dans le tableau 4.3.2.10.-A du CNÉB pour le type d'espace « Salles de classe/auditoriums/salles de formation », soit le type d'espace qui ressemble le plus à une salle de travail.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-7 – Calculs de la méthode des solutions de remplacement (suite)

Calcul de la consommation annuelle d'énergie et de la consommation admissible annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur pour la salle de travail (suite)

Énergie de l'éclairage intérieur installé (4.3.2.) (suite)

Le facteur applicable est 0,5. Le facteur tenant compte du mécanisme de détection des occupants, $C_{occ,ctrl,1}$, « arrêt total (marche totale) automatique » dans ce cas, est ensuite déterminé à partir du tableau 4.3.2.10.-B du CNÉB. Le facteur applicable est 0,67. La valeur de $F_{occ,1}$ peut maintenant être calculée comme suit :

$$\begin{aligned} F_{occ,1} &= 1 - (C_{A,1} \cdot C_{occ,ctrl,1}) \\ &= 1 - (0,5 \cdot 0,67) \\ &= 0,665 \end{aligned}$$

$E_{1,proposed}$: Détermination des facteurs de contrôle de l'occupation et de commande individuelle (4.3.2.10.) (suite)

La conception n'inclut pas de commandes de gradation individuelles, de sorte que le facteur de commande individuelle, $F_{pers,1}$, est fixé à 1. Il est à noter que, même si des commandes de gradation individuelles étaient installées dans la salle de travail, la valeur de $F_{pers,1}$ serait quand même égale à 1 parce que la valeur de $C_{pers,ctrl,1}$ est égale à 0 pour le type d'espace « Salles de classe/auditoriums/salles de formation » selon le tableau 4.3.2.10-A du CNÉB ($F_{pers,1} = 1 - C_{pers,ctrl,1} = 1 - 0 = 1$).

$E_{1,proposed}$: Détermination des durées annuelles effectives de fonctionnement (4.3.2.5.)

Les durées annuelles de fonctionnement et les facteurs tenant compte de l'impact des systèmes de commande sont combinés comme suit en vue de la détermination des durées annuelles effectives de fonctionnement :

$$\begin{aligned} t_{eff,day,DL,1} &= t_{day,1} \cdot F_{DL,1} \cdot F_{occ,1} \cdot F_{pers,1} = 2217\,h/a \cdot 0 \cdot 0,665 \cdot 1 = 0\,h/a \\ t_{eff,day,NDL,1} &= t_{day,1} \cdot F_{occ,1} \cdot F_{pers,1} = 2217\,h/a \cdot 0,665 \cdot 1 = 1474\,h/a \\ t_{eff,night,1} &= t_{night,1} \cdot F_{occ,1} \cdot F_{pers,1} = 33\,h/a \cdot 0,665 \cdot 1 = 22\,h/a \end{aligned}$$

$E_{1,proposed}$: Détermination de $E_{1,proposed}$

Une fois toutes les variables calculées ou déterminées à partir des tableaux pertinents du CNÉB, la valeur de $E_{1,proposed}$ peut maintenant être déterminée comme suit :

$$\begin{aligned} E_{1,proposed} &= p_{1,proposed} \cdot [A_{DL,1} \cdot (t_{eff,day,DL,1} + t_{eff,night,1}) + A_{NDL,1} \cdot (t_{eff,day,NDL,1} + t_{eff,night,1})] \\ &= 15,0 \frac{W}{m^2} \cdot \left[0\,m^2 \cdot (0\,h/a + 22\,h/a) + 18\,m^2 \cdot (1474\,h/a + 22\,h/a)\right] \cdot \frac{1\,kW}{1000\,W} \\ &= 404\,kWh/a \end{aligned}$$

Énergie admissible de l'éclairage intérieur (4.3.3.)

La valeur de l'ILEA est la somme des consommations admissibles annuelles d'énergie pour l'éclairage intérieur dans les espaces considérés déterminées au moyen de la méthode prescriptive, et est calculée conformément à la sous-section 4.3.3. du CNÉB. Les étapes en cause dans le calcul de la consommation admissible annuelle d'énergie pour l'éclairage intérieur dans la salle de travail, $E_{1,prescriptive}$, sont présentées ci-dessous.

$E_{1,prescriptive}$: Détermination de la densité de puissance de l'éclairage (LPD_1) (4.3.3.2.)

La LPD_1 pour le type d'espace « Salles de classe/auditoriums/salles de formation » est de 13,4 W/m² conformément au tableau 4.2.1.6. du CNÉB.

Exemple 4-7 – Calculs de la méthode des solutions de remplacement (suite)

Calcul de la consommation annuelle d'énergie et de la consommation admissible annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur pour la salle de travail (suite)

Énergie admissible de l'éclairage intérieur (4.3.3.) (suite)

$E_{1,prescriptive}$: Détermination des aires éclairées naturellement et des aires non éclairées naturellement (4.3.3.3. et 4.3.3.4.)

Les valeurs de $A_{DL,1}$ et $A_{NDL,1}$ sont les mêmes que pour la conception proposée, soit 0 m² et 18 m², respectivement.

$E_{1,prescriptive}$: Détermination des durées de fonctionnement de l'éclairage (4.3.3.6)

Les valeurs de $t_{day,1}$ et $t_{night,1}$ sont les mêmes que pour la conception proposée, soit 2217 h/a et 33 h/a, respectivement.

$E_{1,prescriptive}$: Détermination du facteur d'utilisation de la lumière naturelle (4.3.3.7)

La valeur de $F_{DL,1}$ est la même que pour la conception proposée, soit 0.

$E_{1,prescriptive}$: Détermination des facteurs de contrôle de l'occupation et de commande individuelle (4.3.3.10.)

Les commandes d'occupation pour le projet d'éclairage proposé correspondent au type requis dans la méthode prescriptive, c'est-à-dire « arrêt total (marche totale) automatique ». La valeur de $F_{occ,1}$ est donc la même que celle calculée pour le projet proposé, soit 0,665.

La valeur de $F_{pers,1}$ est fixée à 1 conformément au paragraphe 4.3.3.10. 2) du CNÉB.

$E_{1,prescriptive}$: Détermination des durées annuelles effectives de fonctionnement de l'éclairage (4.3.3.5.)

Les valeurs de $t_{eff,day,DL,1}$, $t_{eff,day,NDL,1}$ et $t_{eff,night,1}$ sont les mêmes que pour la conception proposée, soit 0 h/a, 1474 h/a, et 22 h/a, respectivement.

$E_{1,prescriptive}$: Détermination de $E_{1,prescriptive}$

Toutes les variables ayant été calculées ou déterminées à partir des tableaux pertinents du CNÉB, la valeur de $E_{1,prescriptive}$ peut maintenant être déterminée comme suit :

$$\begin{aligned} E_{1,prescriptive} &= LPD_1 \cdot [A_{DL,1} \cdot (t_{eff,day,DL,1} + t_{eff,night,1}) + A_{NDL,1} \cdot (t_{eff,day,NDL,1} + t_{eff,night,1})] \\ &= 13,4 \frac{W}{m^2} \cdot \left[0\,m^2 \cdot (0\,h/a + 22\,h/a) + 18\,m^2 \cdot (1474\,h/a + 22\,h/a)\right] \cdot \frac{1\,kW}{1000\,W} \\ &= 360,84\ kWh/a \end{aligned}$$

Calcul de la consommation annuelle d'énergie et de la consommation admissible annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur pour l'espace de bureaux à aire ouverte

Le calcul de la consommation annuelle d'énergie et de la consommation admissible annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur pour l'espace de bureaux à aire ouverte, $E_{2,proposed}$ et $E_{2,prescriptive}$, suit les mêmes étapes que pour la salle de travail. Étant donné que cet espace comporte une fenêtre orientée à l'ouest, l'utilisation de la lumière naturelle doit être prise en considération (se reporter à l'article 4.3.2.7. du CNÉB).

Énergie de l'éclairage intérieur installé (4.3.2.)

$E_{2,proposed}$: Détermination de la densité de puissance de l'éclairage (4.3.2.2.)

Le propriétaire exige une densité de puissance de l'éclairage, $p_{2,proposed}$, de 11 W/m².

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-7 – Calculs de la méthode des solutions de remplacement (suite)

Calcul de la consommation annuelle d'énergie et de la consommation admissible annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur pour l'espace de bureaux à aire ouverte (suite)

Énergie de l'éclairage intérieur installé (4.3.2.) (suite)

$E_{2,proposed}$: Détermination de l'aire éclairée naturellement (4.3.2.3)

La fenêtre fait tout le mur ouest et s'étend jusqu'au plafond. L'aire éclairée naturellement par éclairage latéral est déterminée conformément à l'article 4.2.2.3. du CNÉB. La largeur de l'aire éclairée naturellement est de 10 m et la profondeur est de 3 m, pour une aire éclairée naturellement totale de :

$$A_{DL,2} = 10\,m \cdot 3\,m = 30\,m^2$$

$E_{2,proposed}$: Détermination de l'aire non éclairée naturellement (4.3.2.4.)

Le reste de l'espace de bureaux à aire ouverte est l'aire non éclairée naturellement calculée comme suit :

$$\begin{aligned} A_{NDL,2} &= A,2 - A_{DL,2} \\ &= (10\,m \cdot 6\,m) - 30\,m^2 \\ &= 30\,m^2 \end{aligned}$$

$E_{2,proposed}$: Détermination des durées de fonctionnement de l'éclairage (4.3.2.6.)

L'espace de bureaux à aire ouverte et la salle de travail ont les mêmes durées de fonctionnement de l'éclairage, de sorte que les valeurs de t_{day} et de t_{night} sont les mêmes, soit 2217 h/a et 33 h/a, respectivement.

$E_{2,proposed}$: Détermination du facteur d'utilisation de la lumière naturelle (4.3.2.7.)

Pour calculer le facteur d'utilisation de la lumière naturelle, $F_{DL,2}$, pour les bureaux, le facteur d'alimentation en lumière naturelle, $C_{DL,sup,2}$, le facteur de commande du système d'éclairage naturel, $C_{DL,ctrl,2}$, et le facteur de commande de l'éclairage électrique tributaire de la lumière naturelle, $C_{EL,ctrl,2}$, doivent être déterminés.

$E_{2,proposed}$: Détermination du facteur d'alimentation en lumière naturelle pour l'éclairage latéral (4.3.2.8.)

Le facteur d'alimentation en lumière naturelle, $C_{DL,sup,2}$, dépend de la transmittance lumineuse effective du fenêtrage, $\tau_{eff,2}$, du facteur d'alimentation en lumière naturelle brute pour l'ouverture brute, $C_{DL,sup,raw,2}$, et du facteur tenant compte de l'obstruction, $f_{obst,2}$.

Calcul de $\tau_{eff,2}$ pour le fenêtrage fournissant l'éclairage latéral : les fenêtres à double vitrage ont une transmittance lumineuse, $\tau_{D65,2}$, de 81 %; environ 10 % de l'aire des fenêtres est occupée par le cadre, de sorte que le facteur tenant compte du cadre, $k_{1,2}$, est 0,9; les valeurs par défaut pour les facteurs $k_{2,2}$ et $k_{3,2}$ — 0,8 et 0,85, respectivement — s'appliquent dans ce cas (se reporter au paragraphe 4.3.2.8. 2) du CNÉB) :

$$\begin{aligned} \tau_{eff,2} &= \tau_{D65,2} \cdot k_{1,2} \cdot k_{2,2} \cdot k_{3,2} \\ &= 0,81 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \\ &= 0,496 \end{aligned}$$

Détermination de $C_{DL,sup,raw,2}$ pour l'ouverture brute : la valeur applicable pour un éclairement nominal de 500 lux et un éclairage latéral provenant du côté ouest de la pièce conformément au tableau 4.3.2.8. du CNÉB est de 0,64.

Calcul de $f_{obst,2}$: puisque le bâtiment n'est pas obstrué, $f_{obst,2} = 1$.

Exemple 4-7 – Calculs de la méthode des solutions de remplacement (suite)

Calcul de la consommation annuelle d'énergie et de la consommation admissible annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur pour l'espace de bureaux à aire ouverte (suite)

Énergie de l'éclairage intérieur installé (4.3.2.) (suite)

$E_{2,proposed}$: Détermination du facteur d'alimentation en lumière naturelle pour l'éclairage latéral (4.3.2.8.)(suite)

Le facteur d'alimentation en lumière naturelle, $C_{DL,sup,2}$, peut maintenant être calculé comme suit :

$$\begin{aligned} C_{DL,sup,2} &= \tau_{eff,2} \cdot C_{DL,sup,raw,2} \cdot f_{obst,2} \\ &= 0,496 \cdot 0,64 \cdot 1 \\ &= 0,317 \end{aligned}$$

$E_{2,proposed}$: Détermination de $C_{DL,ctrl,2}$ et $C_{EL,ctrl,2}$ (4.3.2.7.)

Détermination du facteur de commande du système d'éclairage naturel, $C_{DL,ctrl,2}$: la conception proposée initiale n'incorpore pas de commandes de l'éclairage naturel, de sorte que le système d'éclairage naturel doit être commandé **manuellement**; le facteur applicable pour la commande manuelle du système d'éclairage naturel selon le tableau 4.3.2.7.-A du CNÉB est 0,5.

Détermination du facteur de commande tributaire de l'éclairage naturel pour l'éclairage électrique, $C_{EL,ctrl,2}$: l'éclairage électrique sera seulement commandé **manuellement** en réponse à l'éclairage naturel (il n'utilisera pas de commandes tributaires de l'éclairage naturel); le facteur applicable selon le tableau 4.3.2.7.-B du CNÉB est 0,51.

Le facteur d'utilisation de l'éclairage naturel, $F_{DL,2}$, peut maintenant être calculé comme suit :

$$\begin{aligned} F_{DL,2} &= 1 - C_{DL,sup,2} \cdot C_{DL,ctrl,2} \cdot C_{EL,ctrl,2} \\ &= 1 - (0,317 \cdot 0,5 \cdot 0,51) \\ &= 0,92 \end{aligned}$$

$E_{2,proposed}$: Détermination des facteurs de contrôle de l'occupation et de commande individuelle (4.3.2.10.)

Le facteur de contrôle de l'occupation, $F_{occ,2}$, est déterminé au moyen de la même équation que pour la salle de travail. La valeur du facteur tenant compte de l'absence relative des occupants, $C_{A,2}$, pour le type d'espace « Bureaux - À aire ouverte » tirée du tableau 4.3.2.10.-A du CNÉB est de 0,2 et le facteur tenant compte du mécanisme de détection des occupants, $C_{occ,ctrl,2}$, « arrêt total (marche totale) automatique » tiré du tableau 4.3.2.10.-B du CNÉB est le même que pour la salle de travail, soit 0,67.

$$\begin{aligned} F_{occ,2} &= 1 - C_{A,2} \cdot C_{occ,ctrl,2} \\ &= 1 - (0,2 \cdot 0,67) \\ &= 0,866 \end{aligned}$$

Le projet d'éclairage pour les bureaux n'inclut pas de commandes de gradation individuelles, de sorte que la valeur de $F_{pers,2}$ est fixée à 1. Il est à noter que, si des commandes de gradation étaient installées, la valeur de $F_{pers,2}$ serait égale à 0,9 parce que la valeur de $C_{pers,ctrl,2}$ est égale à 0,1 pour le type d'espace « Bureaux - À aire ouverte » conformément au tableau 4.3.2.10.-A du CNÉB ($F_{pers,2} = 1 - C_{pers,ctrl,2} = 1 - 0,1 = 0,9$).

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-7 – Calculs de la méthode des solutions de remplacement (suite)

Calcul de la consommation annuelle d'énergie et de la consommation admissible annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur pour l'espace de bureaux à aire ouverte (suite)

Énergie de l'éclairage intérieur installé (4.3.2.) (suite)

$E_{2,proposed}$: Détermination des durées annuelles effectives de fonctionnement (4.3.2.5.)

Les durées annuelles de fonctionnement et les facteurs tenant compte de l'impact des systèmes de commande sont combinés comme suit en vue de la détermination des durées annuelles effectives de fonctionnement :

$$t_{eff,day,DL,2} = t_{day} \cdot F_{DL,2} \cdot F_{occ,2} \cdot F_{pers,2} = 2217\,h/a \cdot 0,92 \cdot 0,866 \cdot 1 = 1766\,h/a$$
$$t_{eff,day,NDL,2} = t_{day} \cdot F_{occ,2} \cdot F_{pers,2} = 2217\,h/a \cdot 0,866 \cdot 1 = 1920\,h/a$$
$$t_{eff,night,2} = t_{night} \cdot F_{occ,2} \cdot F_{pers,2} = 33\,h/a \cdot 0,866 \cdot 1 = 29\,h/a$$

$E_{2,proposed}$: Détermination de $E_{2,proposed}$

Toutes les variables ayant été calculées ou déterminées conformément aux tableaux pertinents du CNÉB, la valeur de $E_{2,proposed}$ peut maintenant être déterminée comme suit :

$$E_{2,proposed} = p_{2,proposed} \cdot [A_{DL,2} \cdot (t_{eff,day,DL,2} + t_{eff,night,2}) + A_{NDL,2} \cdot (t_{eff,day,NDL,2} + t_{eff,night,2})]$$
$$= 11\frac{W}{m^2} \cdot \left[30\,m^2 \cdot (1766\,h/a + 29\,h/a) + 30\,m^2 \cdot (1920\,h/a + 29\,h/a)\right] \cdot \frac{1\,kW}{1000\,W}$$
$$= 1236\,kWh/a$$

Énergie admissible de l'éclairage intérieur (4.3.3.)

Les étapes en cause dans le calcul de la consommation admissible annuelle d'énergie pour l'éclairage intérieur dans l'espace de bureaux à aire ouverte, $E_{2,prescriptive}$, sont présentées ci-dessous.

$E_{2,prescriptive}$: Détermination de la densité de puissance de l'éclairage (LPD_2) (4.3.3.2.)

La LPD_2 pour l'espace de type « Bureaux – À aire ouverte » est de 10,6 W/m², conformément au tableau 4.2.1.6. du CNÉB.

$E_{2,prescriptive}$: Détermination des aires éclairées naturellement et des aires non éclairées naturellement (4.3.3.3. et 4.3.3.4.)

Les valeurs de $A_{DL,2}$ et $A_{NDL,2}$ sont les mêmes que pour la conception proposée, soit 30 m² et 30 m², respectivement.

$E_{2,prescriptive}$: Détermination des durées de fonctionnement (4.3.3.6)

Les valeurs de t_{day} et t_{night} sont les mêmes que pour la conception proposée, soit 2217 h/a et 33 h/a, respectivement.

$E_{2,prescriptive}$: Détermination du facteur d'utilisation de la lumière naturelle (4.3.3.7)

La valeur de $F_{DL,2}$ est la même que pour la conception proposée, soit 0,92.

$E_{2,prescriptive}$: Détermination des facteurs de contrôle de l'occupation et de commande individuelle (4.3.3.10.)

Les contrôles de l'occupation pour le projet d'éclairage proposé correspondent au type requis dans la méthode prescriptive, soit « arrêt total (marche totale) automatique ». Par conséquent, la valeur de $F_{occ,2}$ est la même que celle calculée pour la conception proposée, soit 0,866.

La valeur de $F_{pers,2}$ est fixée à 1 puisqu'il n'y aucune commande de gradation individuelle.

Exemple 4-7 – Calculs de la méthode des solutions de remplacement (suite)

Calcul de la consommation annuelle d'énergie et de la consommation admissible annuelle d'énergie de l'éclairage intérieur pour l'espace de bureaux à aire ouverte (suite)

Énergie admissible de l'éclairage intérieur (4.3.3.) (suite)

$E_{2,prescriptive}$: Détermination des durées annuelles effectives de fonctionnement de l'éclairage (4.3.3.5.)

Les valeurs de $t_{eff,day,DL,2}$, $t_{eff,day,NDL,2}$ et $t_{eff,night,2}$ sont les mêmes que pour la conception proposée, soit 1766 h/a, 1920 h/a et 29 h/a, respectivement.

$E_{2,prescriptive}$: Détermination de $E_{2,prescriptive}$

Toutes les variables ayant été calculées ou déterminées à partir des tableaux pertinents du CNÉB, la valeur de $E_{2,prescriptive}$ peut maintenant être déterminée comme suit :

$$\begin{aligned} E_{2,prescriptive} &= p_{2,prescriptive} \cdot [A_{DL,2} \cdot (t_{eff,day,DL,2} + t_{eff,night,2}) + A_{NDL,2} \cdot (t_{eff,day,NDL,2} + t_{eff,night,2})] \\ &= 10,6 \frac{W}{m^2} \cdot \left[30\,m^2 \cdot (1766\,h/a + 29\,h/a) + 30\,m^2 \cdot (1920\,h/a + 29\,h/a)\right] \cdot \frac{1\,kW}{1000\,W} \\ &= 1191\,kWh/a \end{aligned}$$

Comparaison des résultats

Pour vérifier si l'espace en entier est conforme aux objectifs des exigences d'éclairage prescriptives, il faut combiner les résultats pour $E_{proposed}$ et $E_{prescriptive}$ pour la salle de travail et les bureaux conformément au paragraphe 4.3.2.1. 1) du CNÉB afin de déterminer l'IILE, et au paragraphe 4.3.3.1. 1) du CNÉB afin de déterminer l'ILEA :

$$IILE = E_{1,proposed} + E_{2,proposed} = 404\,kWh/a + 1236\,kWh/a = 1640\,kWh/a$$
$$ILEA = E_{1,prescriptive} + E_{2,prescriptive} = 360,84\,kWh/a + 1191\,kWh/a = 1552\,kWh/a \text{ (arrondi)}$$
$$IILE > ILEA$$

Puisque la valeur de l'IILE est supérieure à celle de l'ILEA, le projet d'éclairage tel qu'il est actuellement proposé n'est pas conforme à la méthode des solutions de remplacement. Pour préserver les exigences relatives à la puissance d'éclairage du propriétaire et se conformer à la partie 4 du CNÉB, le concepteur décide d'ajouter des commandes de l'éclairage naturel automatiques et des commandes de gradation tributaires de l'éclairage naturel automatiques à l'éclairage dans la zone éclairée naturellement de l'espace de bureaux à aire ouverte, ce qui signifie que la valeur de $C_{DL,ctrl,2}$ est égale à 0,86 (au lieu de la valeur initiale de 0,5 pour une commande manuelle) et que la valeur de $C_{EL,ctrl,2}$ est maintenant égale à 1 (au lieu de la valeur initiale de 0,51 pour une commande manuelle), ce qui signifie que la valeur de $F_{DL,2}$ devient 0,73 (au lieu de la valeur initiale de 0,92) :

$$\begin{aligned} F_{DL,2} &= 1 - (C_{DL,sup,2} \cdot C_{DL,ctrl,2} \cdot C_{EL,ctrl,2}) \\ &= 1 - (0,317 \cdot 0,86 \cdot 1) \\ &= 0,73 \end{aligned}$$

Par conséquent, les durées effectives de fonctionnement dans l'aire éclairée naturellement sont maintenant de 1402 h/a (au lieu de 1766 h/a) :

$$\begin{aligned} t_{eff,day,DL} &= t_{day} \cdot F_{DL} \cdot F_{occ} \cdot F_{pers} \\ &= 2217\,h/a \cdot 0,73 \cdot 0,866 \cdot 1 \\ &= 1402\,h/a \end{aligned}$$

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 4-7 – Calculs de la méthode des solutions de remplacement (suite)

Comparaison des résultats (suite)

La valeur de $E_{2,proposed}$ pour l'espace de bureaux à aire ouverte doté des commandes du système de l'éclairage naturel automatiques et des commandes de gradation tributaires de l'éclairage naturel automatiques est maintenant de 1115 kWh/a (au lieu de 1236 kWh/a) :

$$\begin{aligned} E_{2,\text{proposed}} &= p \cdot [A_{DL} \cdot (t_{\text{eff,day,DL}} + t_{\text{eff,night}}) + A_{NDL} \cdot (t_{\text{eff,day,NDL}} + t_{\text{eff,night}})] \\ &= 11 \frac{W}{m^2} \cdot \left[30\,m^2 \cdot (1402\,h/a + 29\,h/a) + 30\,m^2 \cdot (1920\,h/a + 29\,h/a)\right] \cdot \frac{1\,kW}{1000\,W} \\ &= 1115\,kWh/a \end{aligned}$$

Cette nouvelle valeur de $E_{2,proposed}$ est additionnée à $E_{1,proposed}$ de sorte que l'on obtient une IILE de 1519 kWh/a (au lieu de la valeur initiale de 1640 kWh/a) :

$$\begin{aligned} IILE = E_{1,\text{proposed}} + E_{2,\text{proposed}} &= 404\,kWh/a + 1115\,kWh/a = 1519\,kWh/a \\ \therefore IILE = 1519\,kWh/a &< ILEA = 1552\,kWh/a \end{aligned}$$

Conclusion

En ajoutant des commandes du système de l'éclairage naturel automatiques et des commandes de gradation tributaires de l'éclairage naturel automatiques dans l'espace de bureaux à aire ouverte, la consommation globale d'énergie pour l'éclairage dans les deux espaces de l'exemple 4-7 est réduite et, conformément aux exigences, est égale ou inférieure à l'ILEA. Le projet d'éclairage est maintenant conforme à la partie 4 du CNÉB.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 5

Chauffage, ventilation et conditionnement d'air

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

1. Sauf indication contraire du CNÉB, l'équipement, les installations et les commandes installés pour répondre aux exigences de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air d'un bâtiment neuf doivent être conformes aux exigences de la partie 5 du CNÉB. Le présent commentaire fournit des renseignements additionnels sur les façons d'assurer la conformité. Se reporter à l'organigramme présenté à la figure A-5.1.1.3. 1) du CNÉB pour les trois méthodes de conformité applicables aux installations CVCA.

Réseaux de conduits d'air (sous-section 5.2.2.)

2. La sous-section 5.2.2. du CNÉB contient des exigences relatives à la conception et à la mise en place des conduits d'air, y compris les suivantes :

- des dispositions relatives à l'équilibrage des réseaux de conduits d'air pour permettre la régulation et la limitation du volume d'air fourni au réseau;
- des exigences relatives à l'étanchéisation des conduits d'air et aux essais de détection des fuites pour limiter la perte d'air climatisé et réduire la consommation d'énergie;
- des exigences relatives à l'isolation pour limiter les déperditions de chaleur par les réseaux de conduits d'air;
- des exigences relatives à l'utilisation de l'air extérieur pour réduire la quantité d'énergie nécessaire au refroidissement mécanique.

Isolation des conduits et des plénums (article 5.2.2.5.)

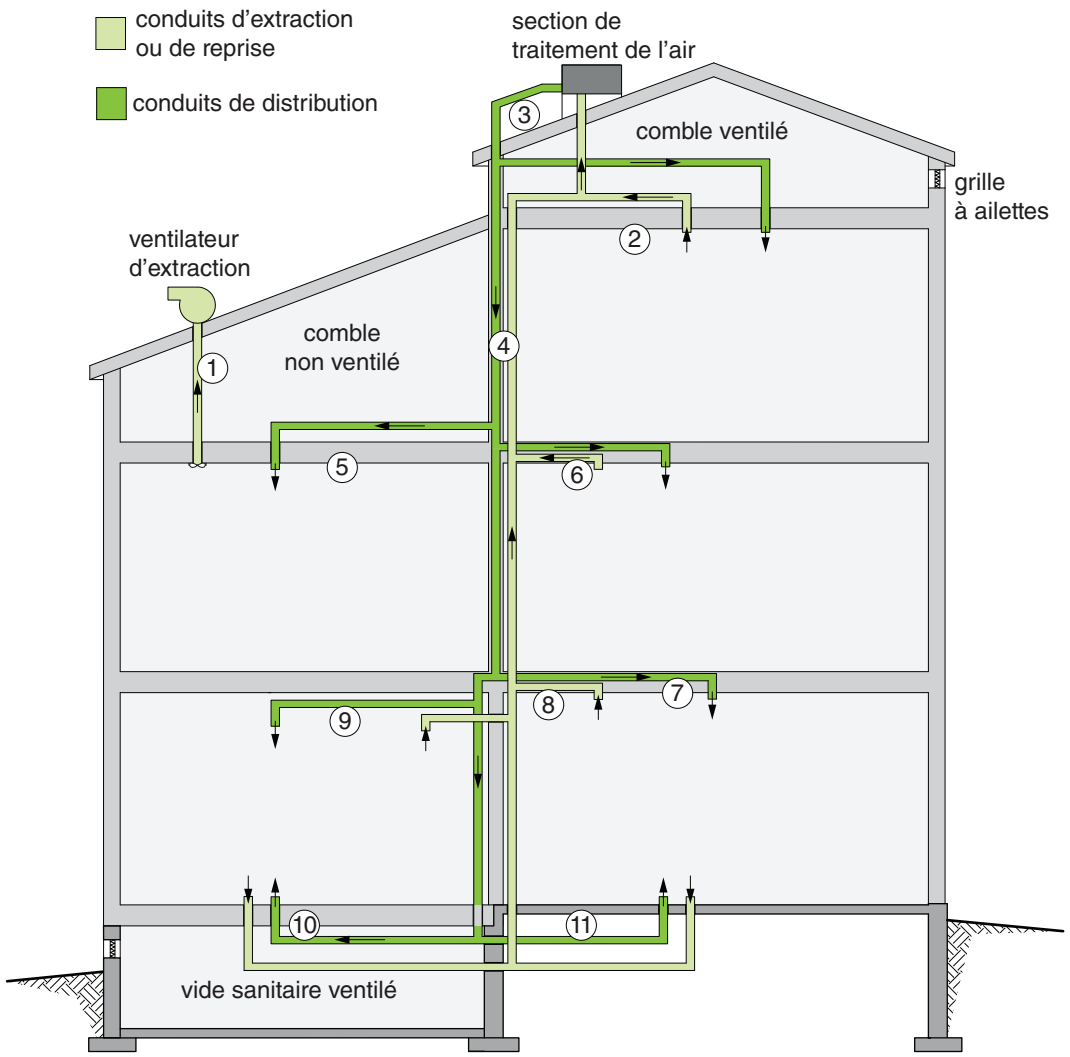
3. L'isolant requis doit être installé conformément aux règles de l'art de l'industrie telles qu'elles sont définies dans le manuel de l'ACIT intitulé « Guide des meilleures pratiques », la norme de la SMACNA intitulée « HVAC Duct Construction Standards – Metal and Flexible » et le chapitre 23 du manuel de l'ASHRAE intitulé « ASHRAE Fundamentals ».

Les exigences relatives à l'isolation des conduits sont influencées par :

a) l'emplacement des conduits (espaces climatisés ou non climatisés); et
b) l'effet des déperditions ou des gains de chaleur sur la consommation d'énergie.

4. Les conduits qui traversent des espaces semi-climatisés ou non climatisés doivent être isolés selon leur emplacement et les conditions de l'air ambiant. Se reporter à la figure 5-1 pour des exemples d'emplacements où les conduits doivent être isolés. Pour résumer, les conduits doivent être isolés à moins qu'ils desservent un conduit de distribution dans un comble non ventilé ou un conduit d'extraction dans un espace climatisé.

5. Les conduits à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment peuvent nécessiter un degré d'isolation supérieur aux indications du tableau 5.2.2.5. du CNÉB. L'isolant et sa gaine protectrice doivent en outre être homologués pour usage extérieur.



N°	Emplacement	Isolation des conduits
1	Conduit d'extraction dans un comble non ventilé	Requise
2	Air d'alimentation et air de reprise dans un comble ventilé	Requise
3	Air d'alimentation et air de reprise à l'extérieur du bâtiment	Requise
4	Air d'alimentation et air de reprise dans un espace non climatisé	Requise
5	Air d'alimentation et air de reprise dans un comble non ventilé avec toit isolé	Voir le tableau 5.2.2.5. du CNÉB
6	Air d'alimentation et air de reprise dans un espace climatisé indirectement	Voir le tableau 5.2.2.5. du CNÉB
7	Branchement latéral d'alimentation dans un plénum de reprise	Voir le tableau 5.2.2.5. du CNÉB
8	Conduit de distribution dans un plénum de reprise	Voir le tableau 5.2.2.5. du CNÉB
9	Conduit de distribution et conduit de reprise dans un espace climatisé	Voir le tableau 5.2.2.5. du CNÉB
10	Conduit de distrubution et conduit de reprise dans un vide sanitaire ventilé à l'air libre	Requise
11	Conduit de distribution et conduit de reprise sous le niveau du sol	Requise

FG01311B

Figure 5-1
Exemples de conduits qui doivent être isolés

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Protection de l'isolant des conduits (article 5.2.2.6.)

6. L'isolant des conduits qui risque de subir des dommages mécaniques ou d'être exposé aux intempéries doit être protégé par une enveloppe ou un revêtement extérieur, typiquement fait de plastique ou de métal. On doit prévenir la formation de condensation à l'intérieur de l'isolant car la résistance thermique de nombreux produits d'isolation diminue avec l'exposition à l'humidité. La prolifération microbienne est un des effets secondaires de l'exposition à l'humidité et entraîne la détérioration de la gaine protectrice. Un pare-vapeur est requis sur les conduits de distribution d'air froid pour prévenir la formation de condensation à l'intérieur de l'isolant ou sur le conduit.

Refroidissement par utilisation directe de l'air extérieur – Cycle économiseur sur le circuit d'air (article 5.2.2.8.)

7. Les cycles économiseurs sur les circuits d'air sont munis de registres motorisés qui règlent la quantité d'air extérieur introduite dans le circuit lorsque le bâtiment doit être refroidi. La figure 5-2 fournit un schéma d'un cycle économiseur sur le circuit d'air.

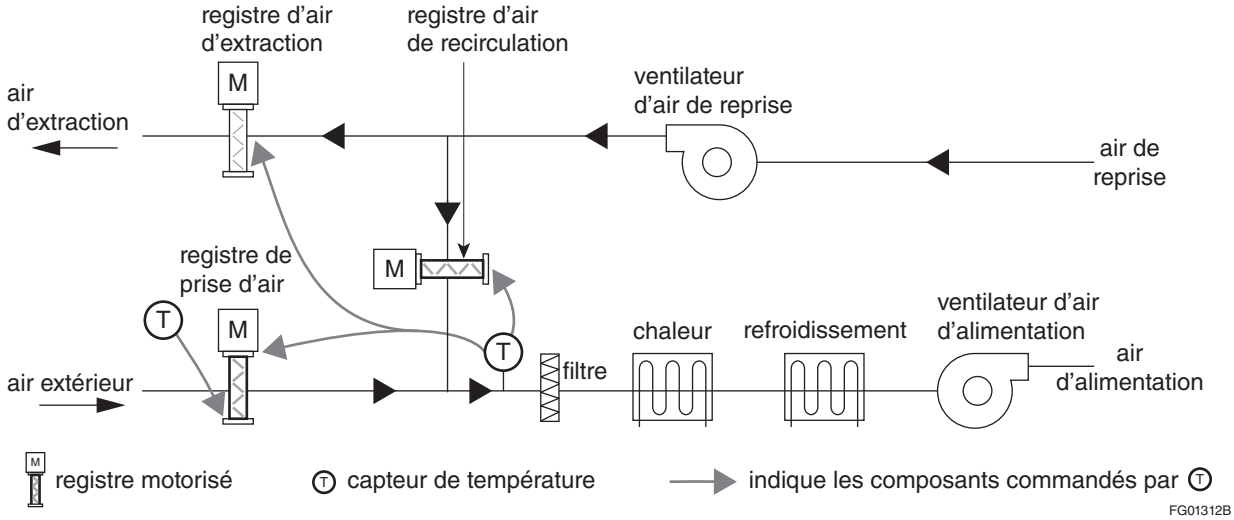


Figure 5-2
Exemple de configuration de cycle économiseur sur le circuit d'air

8. Les exigences du CNÉB relatives aux cycles économiseurs sur les circuits d'air visent à maximiser la possibilité de refroidissement passif par :
- priorisation de l'utilisation d'air extérieur conjointement avec le refroidissement mécanique pour réduire l'énergie nécessaire à la climatisation de l'espace;
- utilisation de commandes qui actionnent l'économiseur d'air uniquement lorsque les conditions de l'air extérieur sont favorables à une réduction de la consommation énergétique; et
- modulation/mise en marche de l'équipement de refroidissement pour un refroidissement d'appoint.

Refroidissement par utilisation indirecte de l'air extérieur – Cycle économiseur sur le circuit d'eau (article 5.2.2.9.)

9. Les cycles économiseurs sur les circuits d'eau réduisent les besoins en refroidissement mécanique en utilisant de l'air extérieur pour refroidir le frigorigène, qui sert alors au refroidissement de l'air d'alimentation par l'entremise d'un serpentin de refroidissement. Typiquement, l'eau circule dans une tour de refroidissement ou un refroidisseur de liquide où elle est refroidie, puis dans les serpentins de refroidissement de l'air d'alimentation. Les économies d'énergie sont possibles grâce au fonctionnement réduit des compresseurs. Il existe deux configurations types pour les cycles économiseurs sur les circuits d'eau :
a) les cycles à refroidissement par évaporation, dont on trouvera un exemple à la figure 5-3; et
b) les cycles à refroidissement sensible, dont on trouvera un exemple à la figure 5-4.

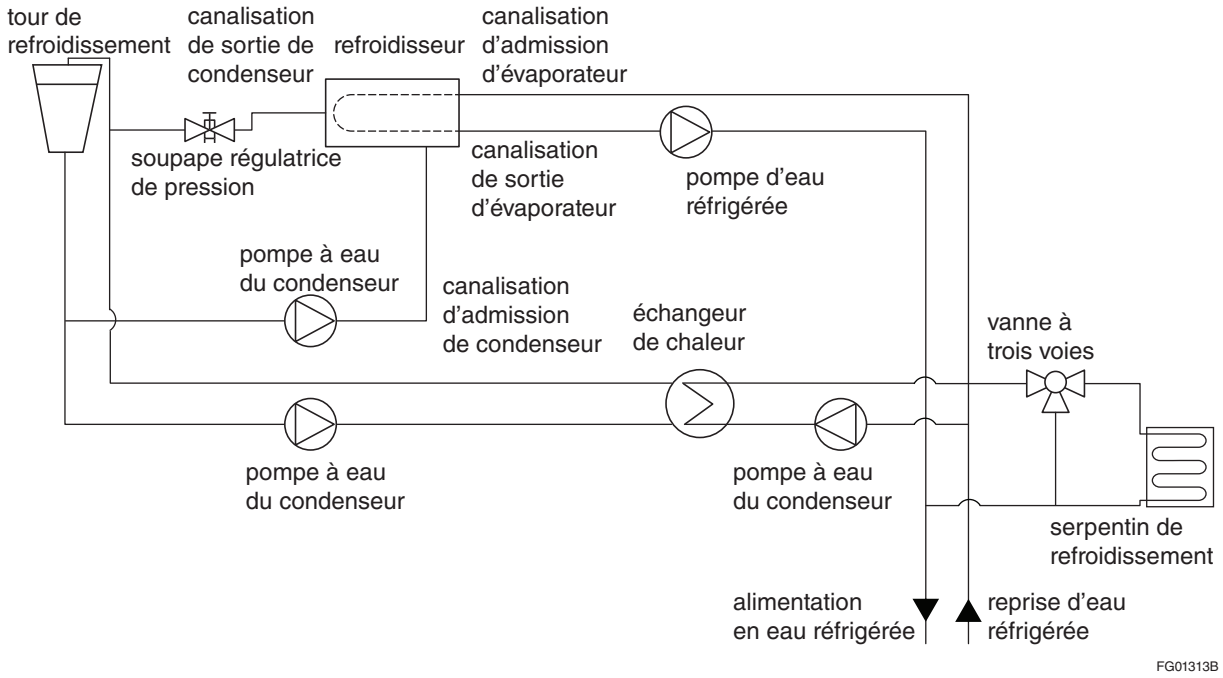


Figure 5-3
Exemple de configuration à refroidissement par évaporation pour un cycle économiseur sur le circuit d'eau

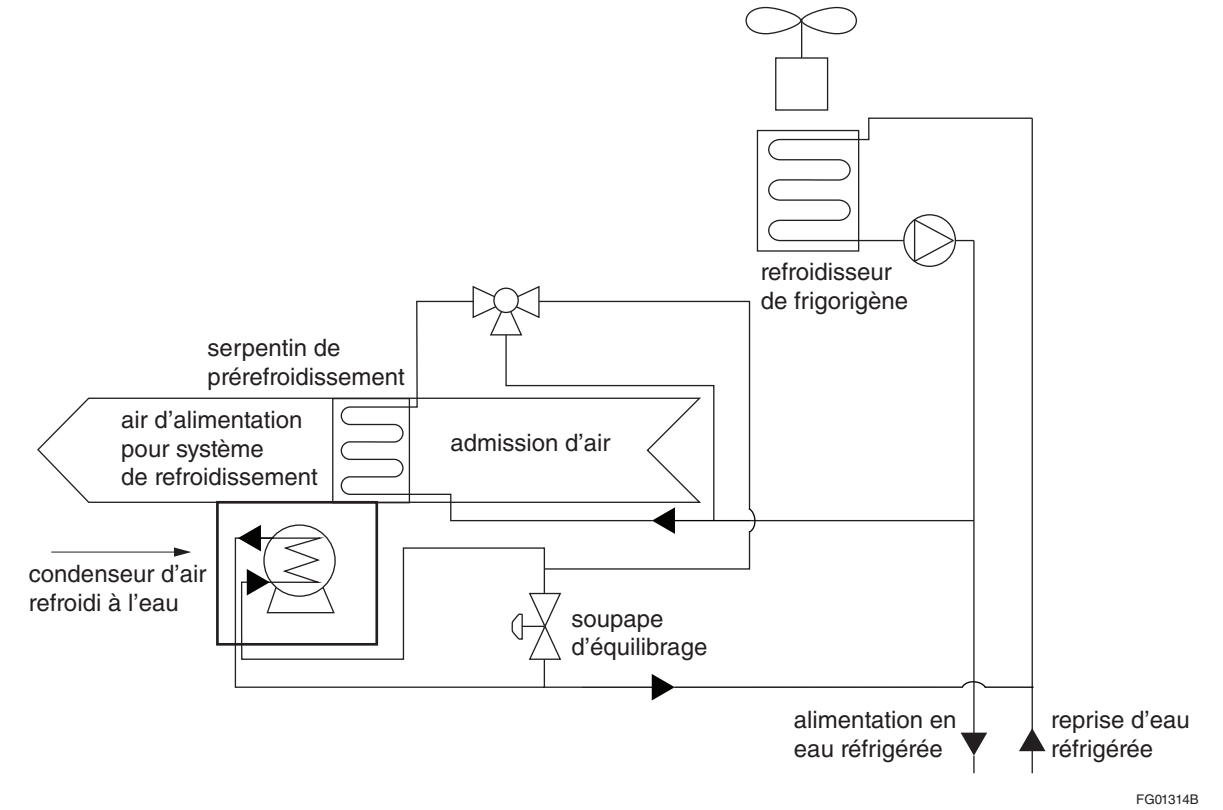


Figure 5-4
Exemple de configuration à refroidissement sensible pour un cycle économiseur sur le circuit d'eau

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Systèmes de régulation de la demande de ventilation (article 5.2.3.4.)

10. Il est pratique courante d'utiliser des systèmes de régulation de la demande de ventilation pour contrôler les niveaux d'agents contaminants (surtout le monoxyde de carbone et l'oxyde de diazote) dans des espaces clos semi-chauffés ou climatisés où de l'équipement à combustion est utilisé.

11. Les exigences du CNÉB relatives aux systèmes de régulation de la demande de ventilation tiennent compte des exigences correspondantes relatives aux systèmes de régulation de la demande de ventilation des garages de stationnement intérieur, chauffés ou non, énoncées dans la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1, ce qui en facilite le calcul et la mise en application pour les administrations qui incorporent par renvoi ces deux documents.

12. L'article 5.2.3.4. du CNÉB autorise deux méthodes de régulation de la demande de ventilation :

a) la mise en marche de ventilateurs, p. ex., en actionnant et en arrêtant les ventilateurs du système; et

b) la modulation du débit d'air extérieur, p. ex., en faisant fonctionner les ventilateurs au débit le plus bas possible pour contrôler efficacement les agents contaminants au moyen de moteurs à vitesse variable ou à plusieurs vitesses.

13. Les exemples 5-1 et 5-2 illustrent les séquences de régulation des deux méthodes de régulation de la demande de ventilation du CNÉB.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 5-1 – Séquence de régulation liée à la mise en marche successive des ventilateurs

Dans un entrepôt où sont utilisés des chariots élévateurs à fourche fonctionnant au gaz, des ventilateurs sont mis en marche successivement en vue de contrôler les niveaux de monoxyde de carbone (CO) dans deux zones de ventilation adjacentes (A et B). Chaque zone est munie d'une unité d'air d'appoint (MAU) et d'un ventilateur d'extraction (EF), dont l'actionnement est déclenché séquentiellement en fonction du seuil limite de CO détecté : bas (25 ppm), élevé (50 ppm) ou critique (65 ppm).

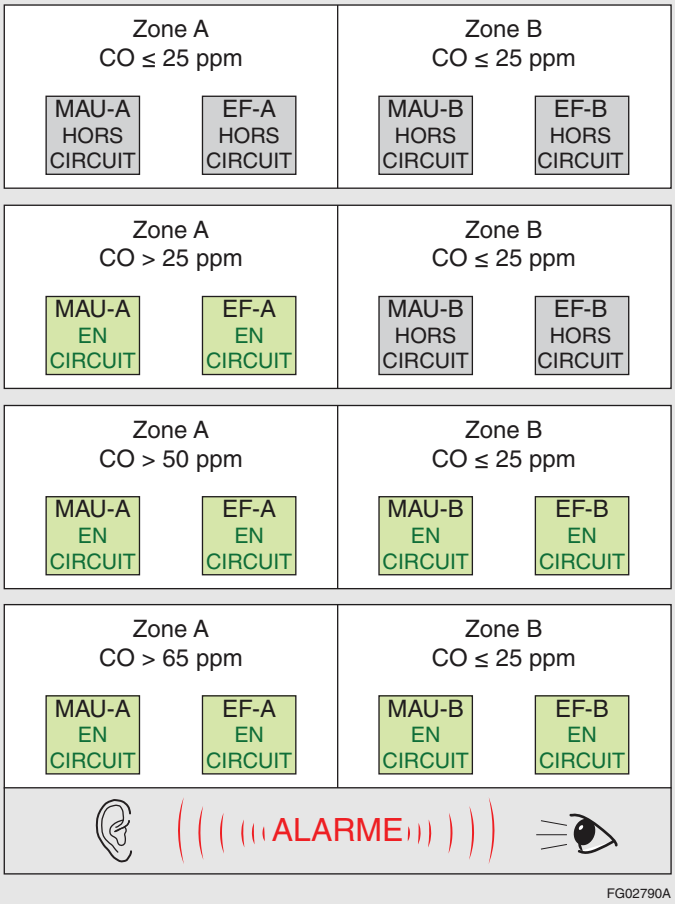


Figure A
Séquence de régulation liée à la mise en marche de ventilateurs lors de la détection de niveaux de CO supérieurs à 25 ppm dans la zone A

Si des niveaux de CO supérieurs à 25 ppm sont détectés dans la zone B, la séquence de régulation est inversée, c'est-à-dire qu'elle commence dans la zone B.

Le système de régulation recommence à fonctionner normalement, c'est-à-dire que les unités d'air d'appoint et les ventilateurs d'extraction sont mis hors circuit une fois que le niveau de CO est inférieur au seuil limite le plus bas.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 5-2 – Séquence de régulation liée à la modulation du débit d'air extérieur

Un garage de stationnement intérieur utilise l'air extérieur pour contrôler les niveaux de CO dans une zone de ventilation unique munie d'une unité d'air d'appoint (MAU) et d'un ventilateur d'extraction (EF) à moteurs à vitesse variable.

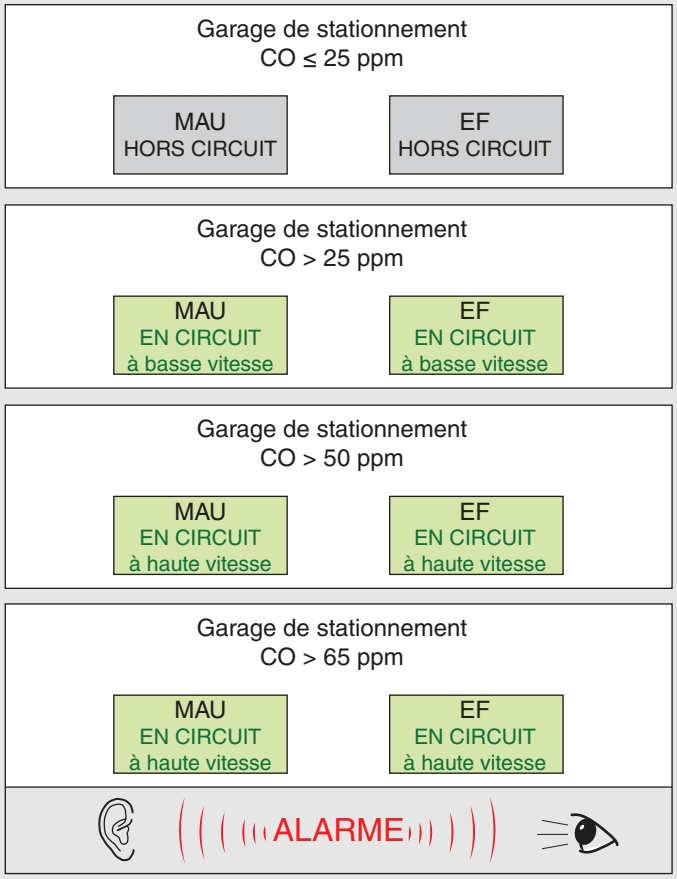


Figure A
Séquence de régulation liée à la modulation du débit d'air extérieur lors de la détection de niveaux de CO supérieurs à 25 ppm dans une zone de ventilation unique

Le système de régulation recommence à fonctionner normalement, c'est-à-dire que les unités d'air d'appoint et les ventilateurs d'extraction sont mis hors circuit une fois que le niveau de CO est inférieur au seuil limite le plus bas.

Registres exigés (article 5.2.4.1.)

14. Les registres motorisés peuvent aider à atténuer les déperditions ou les gains de chaleur attribuables à une exfiltration ou à une infiltration d'air non intentionnelle car ils sont maintenus en position fermée par une force d'actionnement lorsque le système de ventilation n'est pas en marche. Ils peuvent être asservis au fonctionnement du ventilateur soit directement ou indirectement au moyen d'un système de régulation.

Conception et mise en place de la tuyauterie (article 5.2.5.1.)

15. La tuyauterie des installations CVCA doit être conçue de manière à réduire au minimum les pertes de pression et, ainsi, l'énergie utilisée pour le pompage.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 5

Calorifugeage (article 5.2.5.3.)

Exemple 5-3 – Calorifugeage des tuyaux

Une installation à eau réfrigérée est conçue en fonction d'une température d'alimentation de 6 °C avec une élévation de 8 °C. Le concepteur doit déterminer si un calorifugeage est requis sur la tuyauterie de reprise.

Étant donné que la température de l'eau de retour réfrigérée est de 14 °C, la tuyauterie est exemptée de l'exigence du CNÉB relative au calorifugeage. Toutefois, la température de l'eau de retour est souvent inférieure à la température de retour de calcul pendant le fonctionnement sous charge partielle. Un calorifugeage peut donc être exigé conformément au CNB pour prévenir la formation de condensation dans des conditions de charge partielle.

Pompes à débit variable (article 5.2.6.2.)

16. Les figures 5-5 et 5-6 illustrent deux types de pompes.

17. Dans la configuration de pompage primaire-secondaire de la figure 5-5, une pompe secondaire fournit le débit de calcul dans la charge à partir du tuyau commun entre les canalisations d'alimentation et de reprise. Une vanne à deux voies assure un débit primaire variable dans l'alimentation en réduisant le débit primaire; une pompe secondaire fournit un débit constant dans le serpentin de charge. La pompe principale au refroidisseur ou à la chaudière fait circuler le fluide dans le circuit principal et les conduites maîtresses, et la pompe secondaire est dimensionnée en fonction du serpentin de charge.

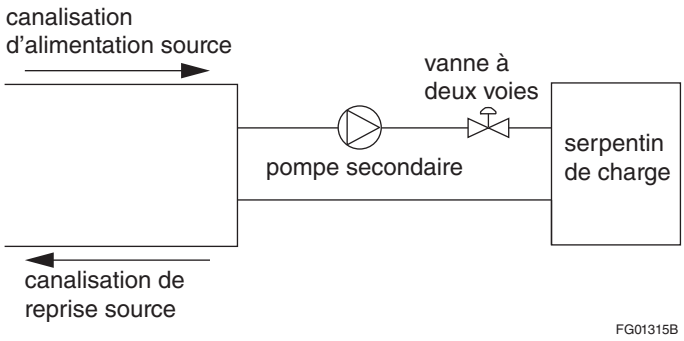


Figure 5-5
Exemple de configuration de pompage primaire-secondaire

18. La figure 5-6 illustre la configuration de pompage primaire-secondaire d'un système de refroidissement (ou de chauffage) central qui requiert qu'un débit constant soit fourni. Les pompes primaires fournissent un débit constant dans le système (circuit principal) tandis que les pompes secondaires assurent un débit du système vers les charges des appareils en fin de réseau et les charges de l'équipement (zones), qui sont munis de vannes à deux voies. Les pompes secondaires font varier le débit dans le circuit secondaire en fonction de la charge appelée.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

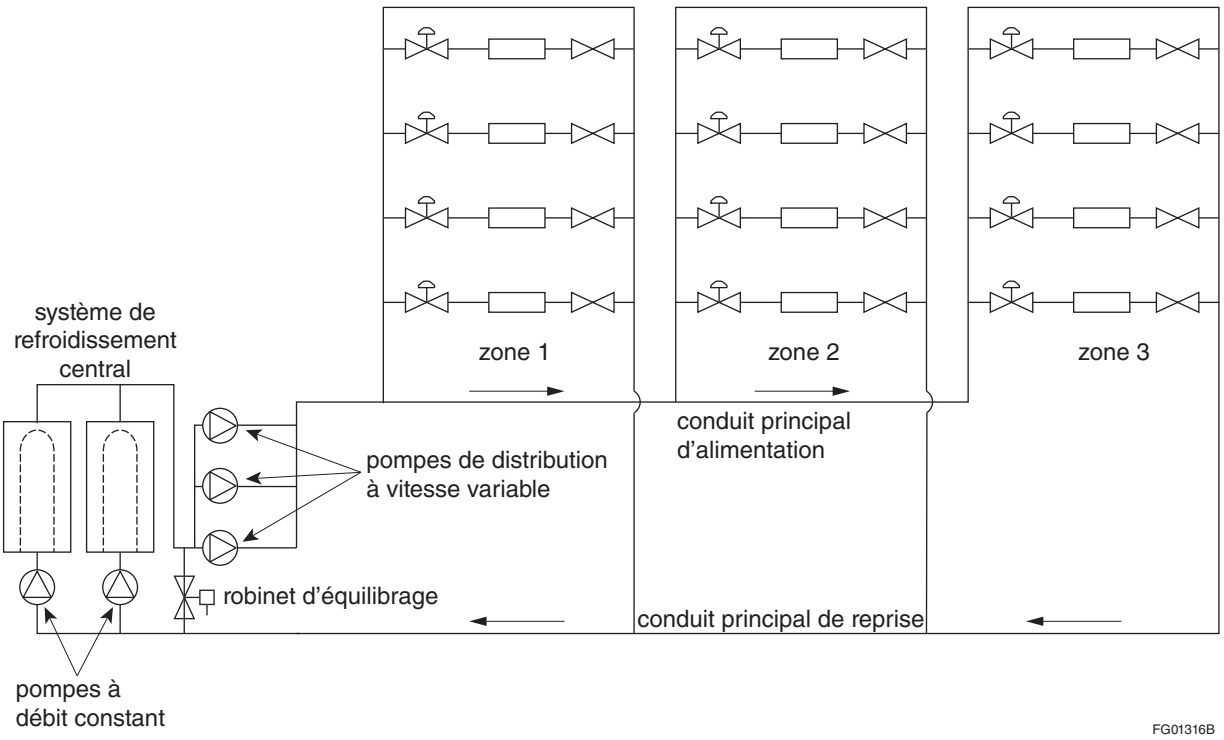


Figure 5-6
Exemple de configuration de pompage primaire-secondaire d'un système de refroidissement central

Puissance appelée des pompes (article 5.2.6.3.)

19. La puissance des pompes admissible est une fonction de la demande d'énergie thermique. Il est pratique courante d'installer des pompes plus puissantes que celles exigées. Des plans de la distribution et un dimensionnement des tuyaux et des charges plus efficaces permettent une puissance des pompes réduite.

20. L'exemple 5-4 démontre le calcul de la puissance appelée des pompes utilisées dans un système de chauffage central permettant de déterminer la conformité au tableau 5.2.6.3. du CNÉB.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 5-4 – Dimensionnement des pompes hydroniques

La puissance appelée des pompes est calculée en additionnant la puissance de tous les moteurs de pompes requis pour fonctionner dans des conditions de calcul de pointe.

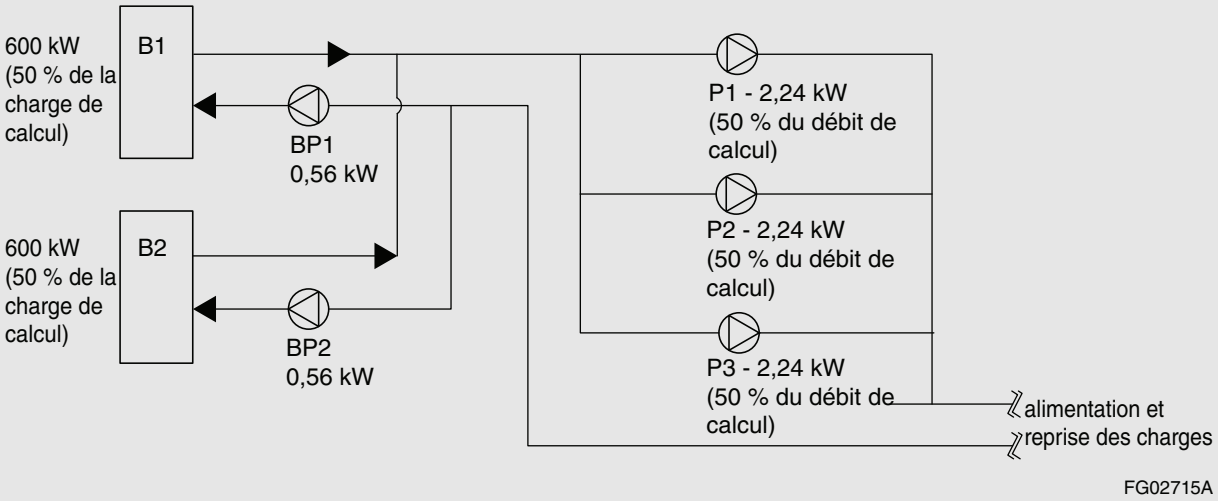


Figure A
Schéma d'agencement de la puissance appelée des pompes d'un système de chauffage central aux fins de dimensionnement des pompes

Dans le système de chauffage central de la figure A, les deux chaudières (B1 et B2) sont requises pour assurer la capacité nominale; par conséquent, il faut tenir compte des deux pompes de chaudière (BP1 et BP2) dans le calcul de la puissance appelée des pompes. De plus, puisque les pompes de distribution (P1, P2 et P3) sont dimensionnées en fonction de 50 % du débit de calcul, P3 est considérée comme redondante, de sorte que seule la puissance appelée des pompes P1 et P2 est utilisée dans le calcul.

$$\mathrm{W_{motorpower}} = \mathrm{W_{BP1}} + \mathrm{W_{BP2}} + \mathrm{W_{P1}} + \mathrm{W_{P2}} = 5600\ \mathrm{W}$$
$$\mathrm{kW_{thermalpeak}} = \mathrm{kW_{B1}} + \mathrm{kW_{B2}} = 1200\ \mathrm{kW}$$
$$\mathrm{W_{motorpower}/kW_{thermalpeak}} = 4,67\ \mathrm{W/kW}$$

La puissance appelée des pompes dans cet exemple dépasse la valeur maximale de 4,5 $W_{motorpower}/kW_{thermalpeak}$ permise par le tableau 5.2.6.3. du CNÉB pour les circuits de chauffage hydronique. Par conséquent, la puissance appelée des pompes telle que calculée n'est pas conforme au CNÉB.

Commandes de température (sous-section 5.2.8.)

21. Pour que l'article 5.2.8.1. du CNÉB puisse être appliqué, les espaces peuvent être regroupés en zones de commande en fonction de la similarité des caractéristiques d'exploitation des zones afin que les conditions requises puissent être maintenues dans tous les espaces. De manière générale, les zones extérieures ne peuvent pas être regroupées avec des espaces intérieurs. De la même manière, les espaces dont les fenêtres font face à une direction ne doivent pas être regroupés avec les espaces dont les fenêtres font face à une autre direction. Si les installations de chauffage par rayonnement et de refroidissement sont normalement commandées par des thermostats, il faut également tenir compte des effets de la température de rayonnement moyenne pour éviter un excès de chaleur ou des problèmes de confort dans l'espace. Par exemple, dans un espace où une installation de chauffage par rayonnement à partir du plancher fournit la majeure partie ou la totalité de la chaleur, la température de l'air dans l'espace doit pouvoir être réglée à une valeur plus basse que dans une installation sans chauffage par rayonnement, sans compromettre le confort des occupants.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Systèmes de récupération de la chaleur (article 5.2.10.1.)

22. Des technologies types de récupération de la chaleur sont illustrées aux figures 5-7 à 5-10.

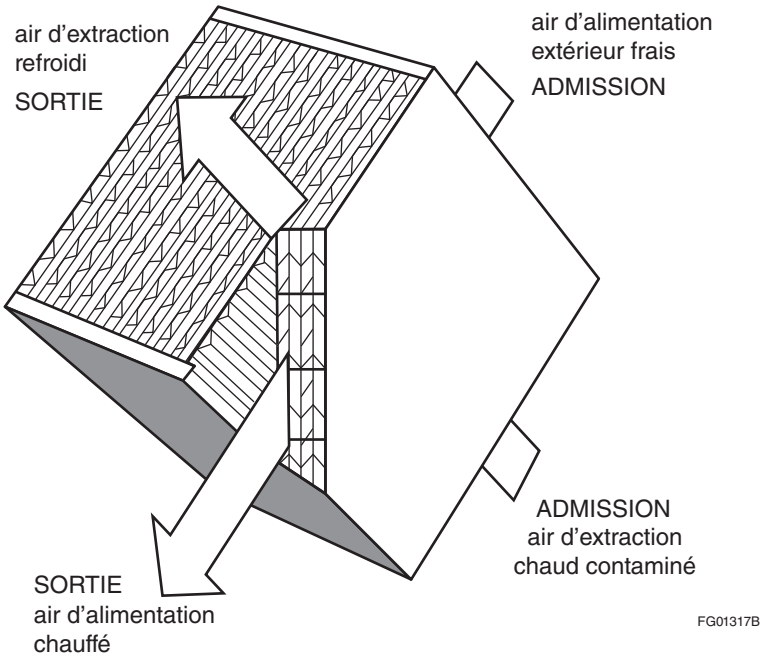


Figure 5-7
Échangeur de chaleur à courants croisés à plaques fixes

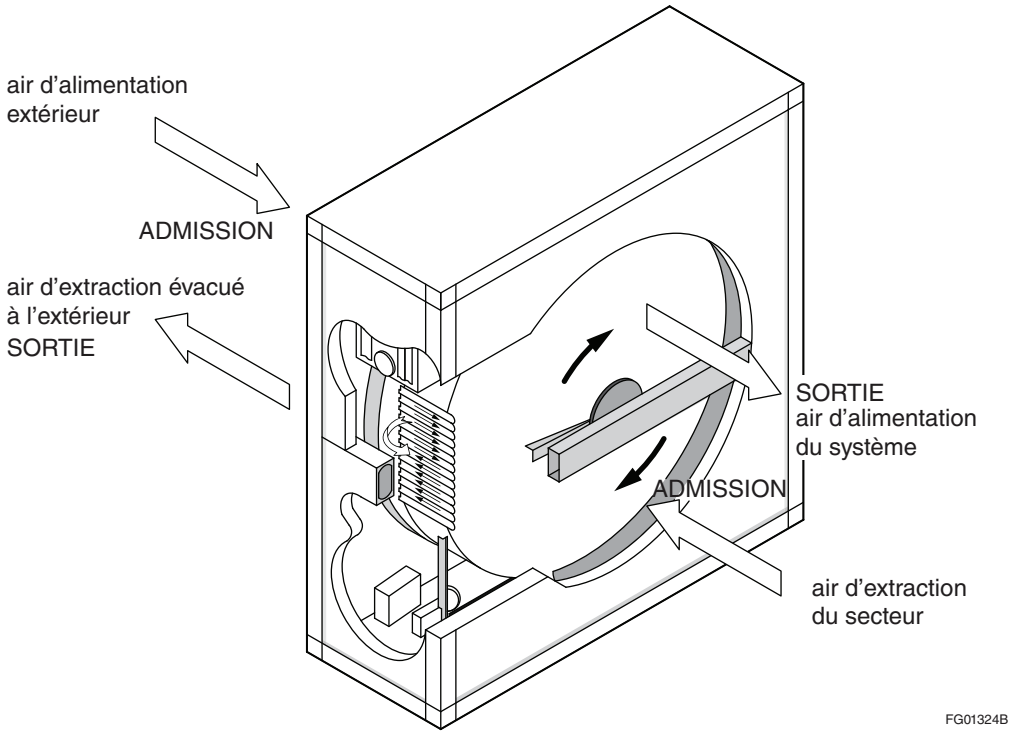


Figure 5-8
Échangeur de chaleur à roue thermique

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

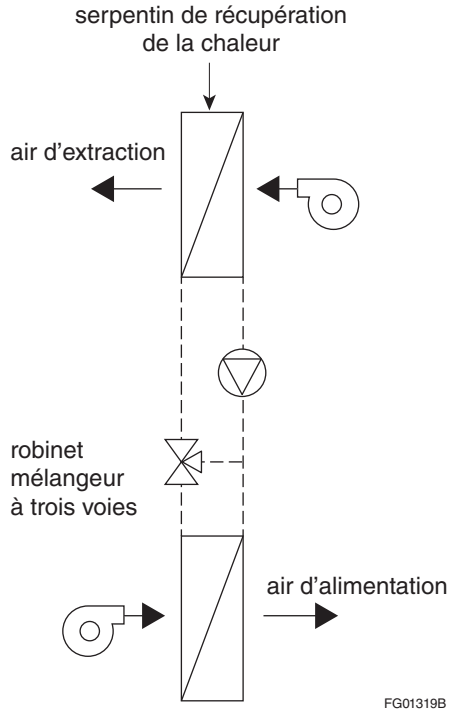


Figure 5-9
Caloduc

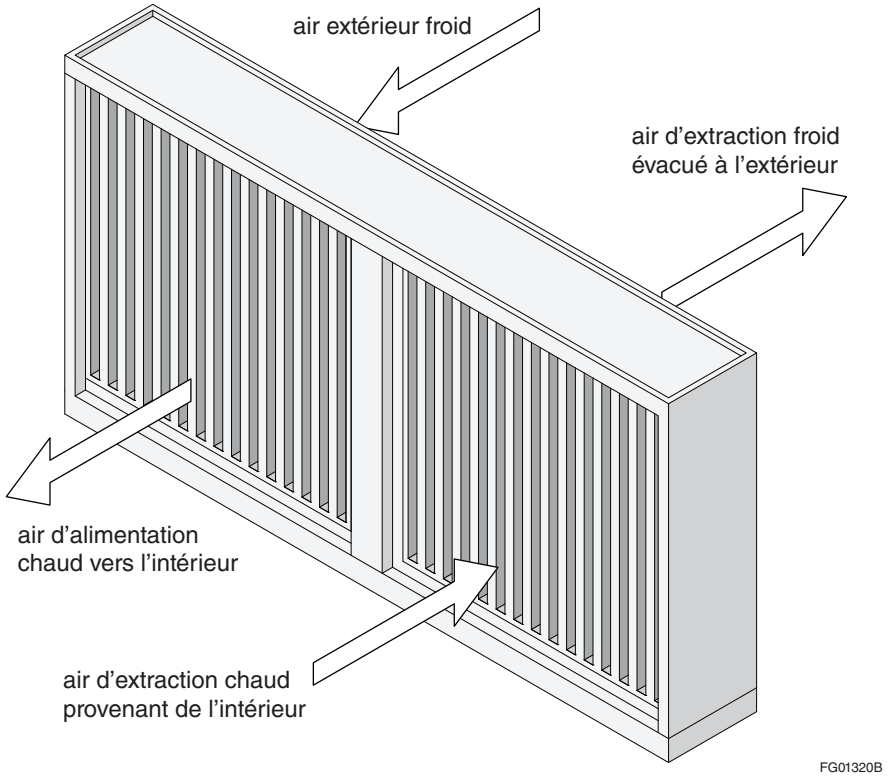


Figure 5-10
Caloducs

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

L'exemple 5-5 montre comment déterminer si la récupération de la chaleur est requise au moyen de l'équation figurant au paragraphe 5.2.10.1. 4) du CNÉB.

Exemple 5-5 – Système d'extraction d'air à Edmonton (Alberta)

Variables d'entrée	Valeurs
Débit d'air d'alimentation	3200 L/s
Débit d'air d'extraction (Q)	3000 L/s
Température de calcul de janvier à 2,5 % (T_o)	–30 °C
Température de l'air d'extraction (T_e)	23 °C
Constante (produit de la masse volumique de l'air et de la chaleur massique)	0,00123

$$\text{Chaleur sensible} = 0,00123\ \text{kJ}/\left(\text{L}\cdot{}^{\circ}\text{C}\right)\cdot 3000\ \text{L/s}\cdot\left(23\,{}^{\circ}\text{C}-\left(-30\,{}^{\circ}\text{C}\right)\right)=196\ \text{kW}$$

Étant donné que la chaleur sensible dépasse 150 kW, un processus de récupération de la chaleur est requis.

Récupération de la chaleur produite par la déshumidification dans les piscines (article 5.2.10.2.)

23. La déshumidification au moyen d'un agent dessicateur et la déshumidification mécanique sont deux méthodes courantes de déshumidification dans les piscines. Un appareil de déshumidification de type à agent dessicateur est illustré à la figure 5-11.

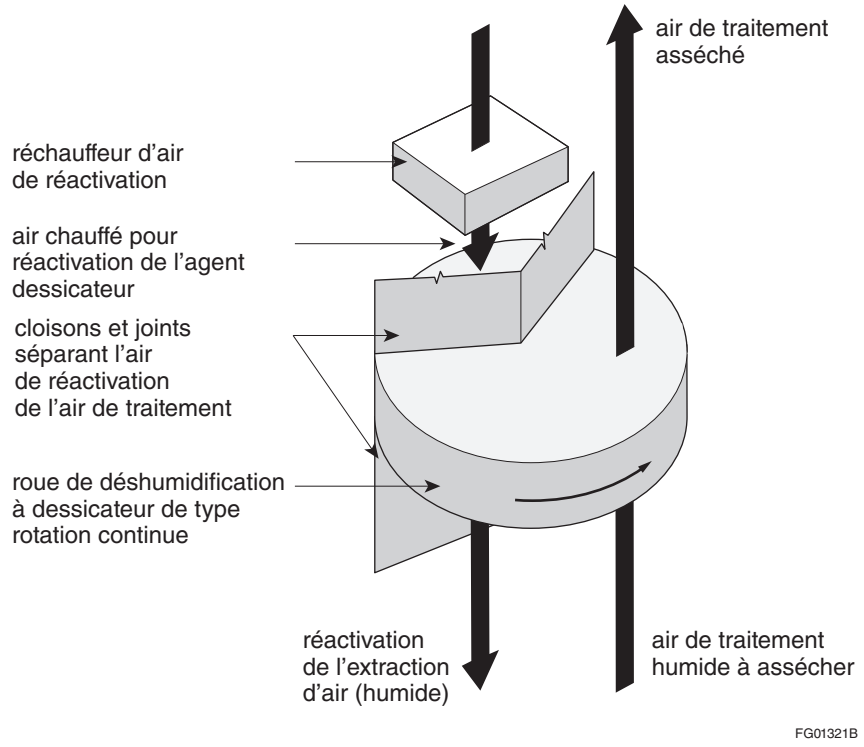


Figure 5-11
Exemple de roue de déshumidification à dessicateur

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Récupération de la chaleur produite par les générateurs de glace dans les arénas et les centres de curling (article 5.2.10.3.)

24. Les systèmes de production de la glace des arénas génèrent une quantité importante de chaleur qui est souvent suffisante pour répondre aux besoins de chauffage des espaces et de l'eau d'un bâtiment.

25. La chaleur rejetée par les condenseurs est typiquement récupérée par l'entremise d'un condenseur désigné raccordé en parallèle au condenseur principal. La figure 5-12 montre un exemple de configuration de système de récupération de la chaleur et présente des applications possibles de la chaleur récupérée.

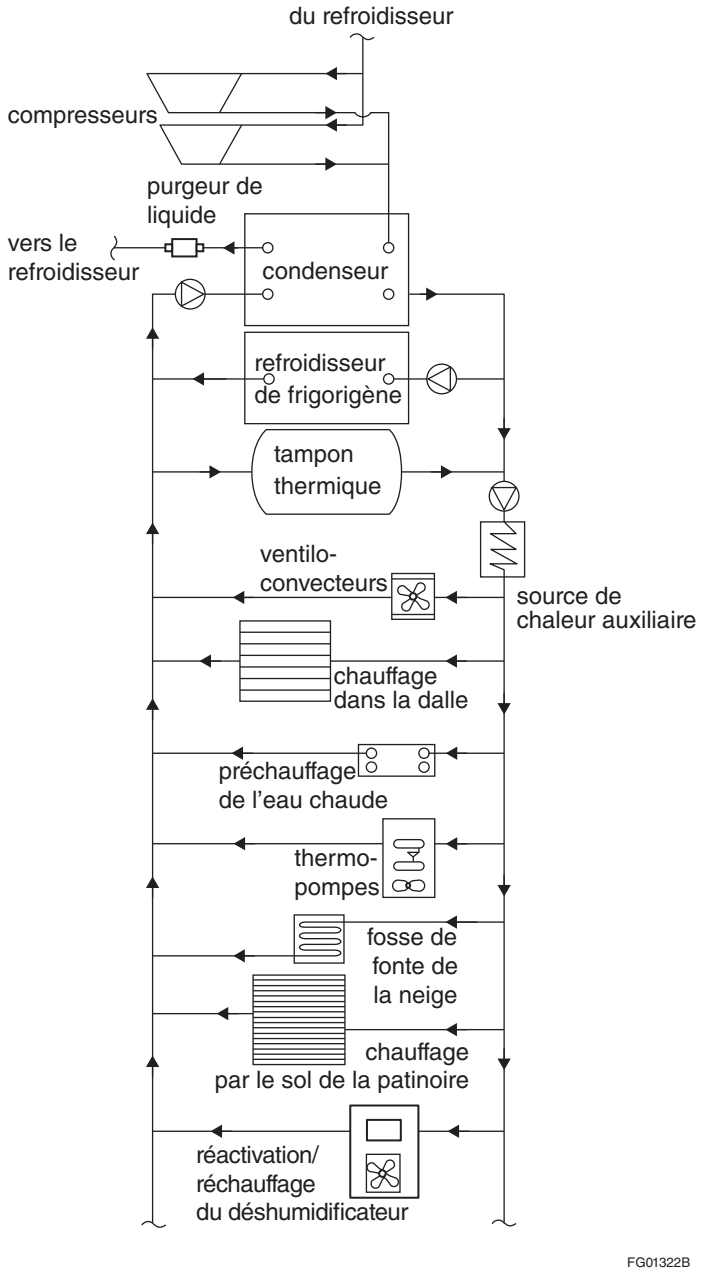


Figure 5-12
Schéma d'un système de récupération de la chaleur pour aréna et applications de récupération de la chaleur

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Secteurs de réglage de la circulation d'air (article 5.2.11.2.)

26. Les secteurs de réglage de la circulation d'air sont exigés pour compartimenter les réseaux de conduits d'air desservant plusieurs zones de régulation de température de manière à réduire la consommation énergétique des espaces inoccupés. La figure 5-13 présente un exemple de stratégie de réglage de la circulation d'air au moyen d'un système à volume d'air variable (VAV).

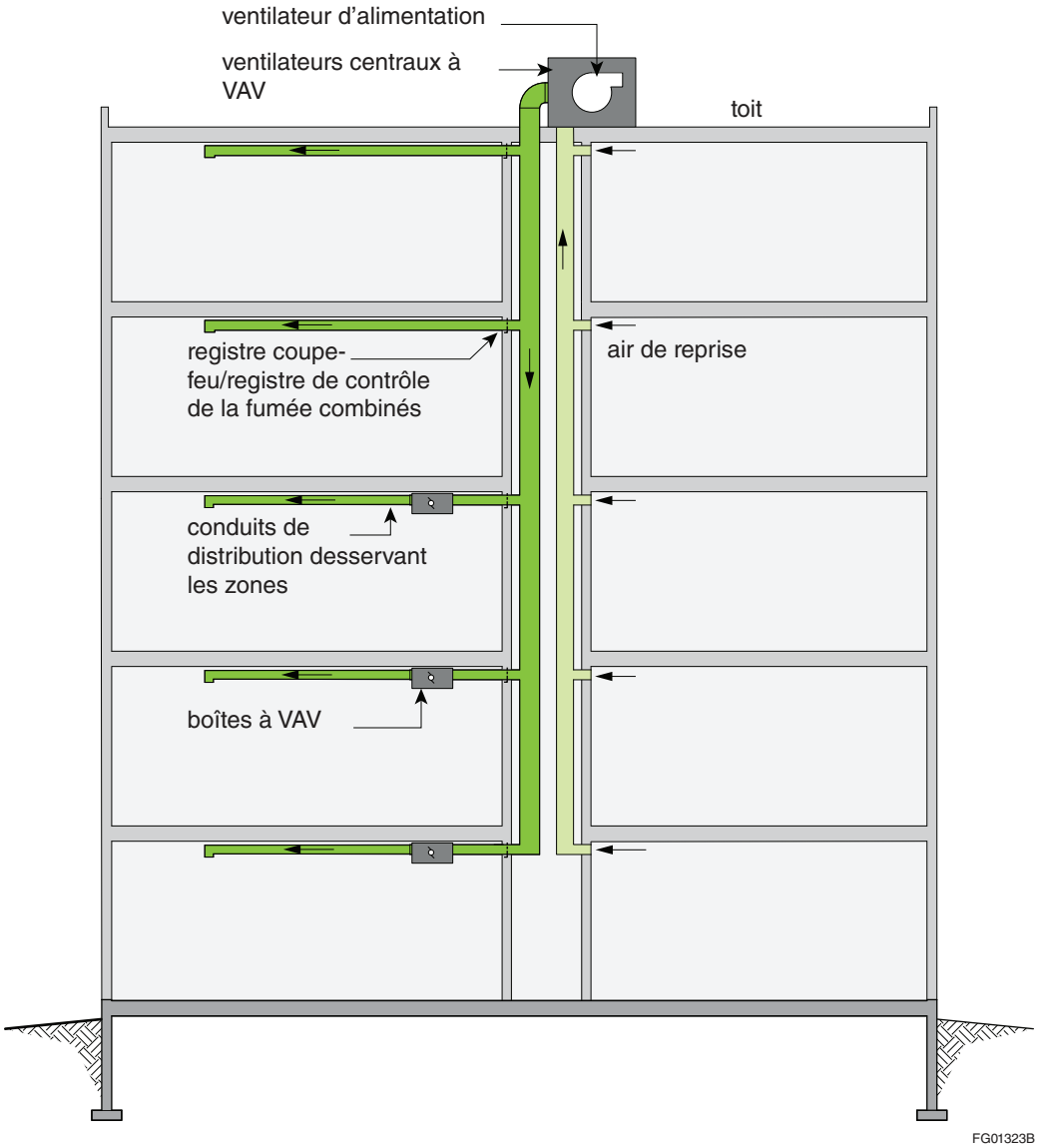


Figure 5-13
Exemple de réglage de la circulation d'air

Rendement de l'équipement (sous-section 5.2.12.)

27. Il importe de remarquer que la réglementation fédérale, provinciale ou territoriale peut l'emporter sur les exigences de rendement minimales précisées à la sous-section 5.2.12. du CNÉB pour les appareils CVCA autonomes et intégrés, y compris les conditionneurs d'air, les thermopompes, les condenseurs, les refroidisseurs, les chaudières et les générateurs d'air chaud.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Équipment de rejet de la chaleur (article 5.2.12.2.)

28. Les exigences de performance relatives à l'équipement de rejet de la chaleur du CNÉB tiennent compte des exigences correspondantes énoncées dans la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1, ce qui facilite le calcul et la mise en application pour les administrations qui incorporent par renvoi ces deux documents.

29. L'exemple 5-6 illustre la façon de déterminer la conformité d'une tour de refroidissement au moyen du tableau 5.2.12.2. du CNÉB.

Exemple 5-6 – Calcul de la performance d'une tour de refroidissement

Une tour de refroidissement à contact direct est équipée de deux ventilateurs centrifuges de 15 kW et son débit de calcul est de 112 L/s dans des conditions nominales. La température de l'eau à l'entrée dans la tour de refroidissement est de 35 °C, et de 29,4 °C à sa sortie.

$$\text{Charge électrique totale} = 2 \cdot 15\ \text{kW} = 30\ \text{kW}$$

$$\text{Charge thermique totale} = \text{q} \cdot \text{C}_\text{p} \cdot \rho \cdot \Delta_\text{T}$$

où

q = débit du fluide, en L/s;
C_p = chaleur massique, en kJ/(kg · °C);
ϱ = masse volumique du fluide, en kg/m³; et
Δ_T = écart de température entre l'eau à l'entrée et à la sortie.

$$\text{Charge thermique totale} = 112\ \text{L/s} \cdot 4,186\ \text{kJ/}\left(\text{kg} \cdot {}^{\circ}\text{C}\right) \cdot 1000\ \text{kg/m}^3 \cdot \left(35\ {}^{\circ}\text{C} - 29,4\ {}^{\circ}\text{C}\right) = 2578\ \text{kW}$$

$$\text{Charge électrique totale/Charge thermique totale} = 30\ \text{kW}/2578\ \text{kW} = 0,0116$$

La valeur de 0,0116 kW électrique/kW thermique est inférieure à la valeur maximale permise de 0,026 tirée du tableau 5.2.12.2. du CNÉB. Par conséquent, la performance de la tour de refroidissement, telle qu'elle a été conçue, est conforme aux exigences du CNÉB.

Solutions de remplacement (section 5.3.)

30. La section 5.3. du CNÉB procure l'avantage d'une souplesse de conception en permettant des échanges entre les composants CVCA en fonction du rendement global de l'installation déterminé à partir des tableaux fournis. L'idée derrière les solutions de remplacement est qu'en tenant compte de toutes les pertes dans une installation, il peut être possible de réduire la quantité d'énergie gaspillée. Les installations dont l'indice de solution de remplacement, HVAC_{TOI}, calculé conformément au paragraphe 5.3.2.1. 1) du CNÉB est égal ou supérieur à zéro sont réputées être conformes aux objectifs et aux énoncés fonctionnels relatifs aux exigences énoncées à la section 5.2. du CNÉB. Les coefficients de remplacement par type d'installation énumérés dans le tableau 5.3.2.2. du CNÉB ont été élaborés à la suite d'un grand nombre de modélisations de différents types de bâtiment situés dans différentes régions au Canada. Dans la méthode des solutions de remplacement, on combine ces coefficients de façon à déterminer le rendement global des installations.

31. Les équations et les coefficients fournis à la section 5.3. du CNÉB ont été obtenus par modélisation informatique, au moyen d'une analyse de sensibilité et d'un rajustement des courbes quadratiques. Étant donné le niveau d'effort que requiert la modélisation, seulement 27 des installations CVCA les plus courantes ont été simulées et étudiées, puis définies (se reporter au tableau 5.3.1.1. du CNÉB). La méthode des solutions de remplacement ne peut pas être utilisée pour d'autres installations.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

32. L'équation qui suit, qui est tirée de l'article 5.3.2.1. du CNÉB, sert à déterminer la conformité des installations CVCA.

$$\mathrm{HVAC_{TOI}} = \sum_{i=1}^{32} \left(\alpha_i \cdot \mathrm{ToV_i} + \beta_i \cdot \mathrm{ToV_i}^2\right) \cdot \gamma_i - \sum_{i=1}^{32} \left(\alpha_i \cdot \mathrm{BaV_i} + \beta_i \cdot \mathrm{BaV_i}^2\right) \cdot \gamma_i$$

33. La première sommation représente le rendement de l'installation CVCA de la conception proposée tandis que la seconde représente le rendement de l'installation de la conception de référence. Les facteurs α_i et β_i sont des facteurs de pondération du rendement des composants à l'intérieur de chaque installation et sont calculés conformément à l'article 5.3.2.5. du CNÉB. Les valeurs $\mathrm{ToV_i}$ et $\mathrm{BaV_i}$ renvoient aux valeurs de remplacement pour les composants du bâtiment proposé et du bâtiment de référence, respectivement.

34. Le nombre de valeurs de remplacement est fonction de la complexité de l'installation. Par exemple, seules quelques valeurs doivent être prises en considération dans le calcul pour une installation incluant un générateur de chaleur suspendu—installation HVAC-25, parmi les 27 types modélisés. Seuls les facteurs γ_i applicables à l'installation comme il est indiqué dans le tableau 5.3.2.2. du CNÉB sont utilisés.

35. Un maximum de 32 valeurs de remplacement (se reporter au tableau 5.3.2.3. du CNÉB) doit être considéré dans le calcul de $\mathrm{HVAC_{TOI}}$. Ces valeurs renvoient à des paramètres comme l'efficacité des ventilateurs, la chute de température dans les serpentins, l'isolation de la tuyauterie et la régulation du débit des fluides.

36. Il convient de noter que la méthode des solutions de remplacement tient compte des considérations climatiques au moyen du paramètre climatique « XDD » (utilisé dans le calcul de α et β). On trouvera les paramètres climatiques relatifs aux composants des installations aux tableaux 5.3.2.8.-A à 5.3.2.8.-AA du CNÉB.

37. Pour assurer la conformité au moyen de la méthode des solutions de remplacement, tous les composants de l'installation CVCA proposée doivent être les mêmes que ceux qui sont énumérés dans le tableau 5.3.2.2. et tous les paramètres pertinents doivent être connus. Le rendement des composants individuels peut varier par rapport au rendement de l'installation de référence à condition que le rendement global de l'installation proposée soit égal ou supérieur à celui de l'installation de référence.

38. L'exemple 5-7 démontre les calculs des valeurs de remplacement pour une installation CVCA et la mise en oeuvre de substitutions d'équipement pour rendre l'installation conforme aux exigences du CNÉB.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 5-7 – Calcul des valeurs de remplacement en vue de la conformité

Une école à West Vancouver prévoit construire un petit bureau séparé et aimerait réutiliser de l'équipement CVCA existant provenant de rénovations apportées aux installations CVCA ailleurs sur le campus. L'équipement que l'on prévoit réutiliser est un générateur d'air chaud au gaz de 88 000 Btu/h ayant un rendement énergétique annuel (AFUE) de 90 % (conformément au tableau 5.2.12.1. du CNÉB, l'exigence de performance minimale est AFUE ≥ 92,4 %) et un système bibloc de 5 tonnes à serpentin DX et condenseur présentant un rapport d'efficacité énergétique saisonnière (SEER) de 10 (conformément au tableau 5.2.12.1. du CNÉB, l'exigence de performance minimale est SEER = 15). Étant donné que ni le générateur d'air chaud ni le conditionneur d'air ne satisfont aux exigences minimales de rendement indiquées dans le tableau 5.2.12.1. du CNÉB, la méthode des solutions de remplacement est utilisée pour la conception de l'installation CVCA du bureau.

L'installation proposée est une installation monozone à blocs autonomes à un conduit (HVAC-4 dans le tableau 5.3.1.1.-A du CNÉB). En se fondant sur les tableaux 5.3.2.2. et 5.3.2.3. du CNÉB, le concepteur établit que les facteurs de détermination des composants , γ_i, et les valeurs de remplacement des composants, ToV_i, suivants sont à prendre en considération :

Facteur de détermination des composants, γ_i	Valeur de remplacement, ToV_i	Description
1	ToV_1	Efficacité mécanique du ventilateur d'alimentation
1	ToV_2	Efficacité du moteur d'alimentation
1	ToV_3	Efficacité mécanique du ventilateur de reprise
1	ToV_4	Efficacité du moteur du ventilateur de reprise
0	ToV_5	Régulation de la température d'alimentation
0	ToV_6	Efficacité de la régulation du débit d'air
1	ToV_7	Pression statique totale du ventilateur d'alimentation
1	ToV_8	Isolation des conduits de distribution
1	ToV_9	Pression statique totale du ventilateur de reprise
1	ToV_{10}	Chute de température de calcul des serpentins de chauffage
1	ToV_{12}	Efficacité de chauffage des chaudières/générateurs d'air chaud/thermopompes
1	ToV_{13}	Efficacité de refroidissement des refroidisseurs/systèmes à détente directe/thermopompes
1	ToV_{14}	Rapport de puissance d'entrée du ventilateur de rejet
1	ToV_{15}	Refroidissement par utilisation directe de l'air extérieur (économiseur sur le circuit air)
1	ToV_{16}	Régulation du débit d'air extérieur
1	ToV_{17}	Efficacité de récupération de chaleur dans l'air d'évacuation

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 5-7 – Calcul des valeurs de remplacement en vue de la conformité (suite)

Le coefficient et les valeurs de base, de même que les paramètres climatiques de ces valeurs de remplacement des composants, sont ensuite définis pour les conceptions initiale et finale, comme le démontrent les tableaux 5-1 et 5-2, où

- ToV_i = valeur de remplacement du composant « i » pour le bâtiment proposé en fonction des données de calcul et du tableau 5.3.2.7. du CNÉB;
- BaV_i = valeur de base du composant « i » pour le bâtiment de référence d'après le tableau 5.3.2.4. du CNÉB;
- XDD_i = paramètre climatique déterminé conformément à l'article 5.3.2.6., aux tableaux 5.3.2.8.-A à 5.3.2.8.-AA (le tableau 5.3.2.8.-D s'applique au présent exemple) et à la note A-8.4.2.3. du CNÉB pour la détermination des degrés-jour de refroidissement (CDD);
- $\alpha 1_i$, $\alpha 2_i$ et $\alpha 3_i$ sont tirés du tableau 5.3.2.8.-D du CNÉB;
- α_i est calculé conformément au paragraphe 5.3.2.5. 1) du CNÉB;
- $\beta 1_i$, $\beta 2_i$ et $\beta 3_i$ sont tirés du tableau 5.3.2.8.-D du CNÉB; et
- β_i est calculé conformément au paragraphe 5.3.2.5. 2) du CNÉB.

Se reporter au tableau 5-1 pour les calculs itératifs de la conception initiale.

Puisque l'installation est conçue en fonction des valeurs de base minimales tirées des tableaux 5.3.2.4. et 5.3.2.7. du CNÉB, que le rendement énergétique annuel (AFUE) du générateur d'air chaud est de 90 % et que le coefficient de performance COP du conditionneur d'air est de 2,70, l'indice de remplacement CVCA ($HVAC_{TOI}$) qui en résulte s'établit à −0,0468. Étant donné que l'indice de remplacement est inférieur à 0, l'installation telle qu'elle est conçue est non conforme.

Au moyen d'une conception soignée des conduits de distribution, ToV_7, soit la pression statique totale du ventilateur d'alimentation, peut être réduite de la valeur de base de 500 Pa à 348,4 Pa. La valeur de remplacement CVCA calculée s'établit maintenant à −0,0097, ce qui n'est toujours pas suffisant pour rendre l'installation conforme. La conception des conduits de reprise peut également être légèrement améliorée de façon que ToV_9, soit la pression statique totale du ventilateur de reprise, soit réduite de sa valeur de base de 150 Pa à 135 Pa. La valeur de remplacement CVCA s'en trouve réduite à −0,0026 seulement, de sorte qu'une autre amélioration est requise. Le concepteur décide d'installer un ventilateur-récupérateur de chaleur d'une efficacité de 0,50 et d'augmenter la valeur RSI de l'isolant du conduit de distribution à 0,881.

Se reporter au tableau 5-2 pour les calculs itératifs de la conception révisée.

L'indice de remplacement CVCA calculé s'établit maintenant à 0,0237. L'installation CVCA finale, dotée d'un ventilateur d'alimentation, d'un conduit de reprise, d'un ventilateur-récupérateur de chaleur et d'un conduit de distribution plus efficaces, est maintenant conforme par l'entremise de la méthode des solutions de remplacement.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 5-1
Calculs itératifs de la conception initiale

Valeur de remplacement, ToV_i	Unités	ToV_i	BaV_i	XDD_i	$\alpha1_i$	$\alpha2_i$	$\alpha3_i$	α_i	$\beta1_i$	$\beta2_i$	$\beta3_i$	β_i	Proposé	Référence
ToV_1	%	0,5455	0,5455	2950	2,00E+00	−4,45E−04	2,63E−08	9,1613E−01	−1,24E+00	2,73E−04	−1,60E−08	−5,7389E−01	3,2897E−01	3,2897E−01
ToV_2	%	0,9167	0,9167	2950	1,25E+00	−2,82E−04	1,68E−08	5,6430E−01	−5,11E−01	1,15E−04	−6,86E−09	−2,3145E−01	3,2280E−01	3,2280E−01
ToV_3	%	0,3125	0,3125	3170	9,66E−01	−1,57E−04	7,13E−09	5,3996E−01	−6,48E−01	1,04E−04	−4,66E−09	−3,6515E−01	1,3308E−01	1,3308E−01
ToV_4	%	0,8	0,8	3170	5,93E−01	−9,40E−05	4,17E−09	3,3692E−01	−2,63E−01	4,09E−05	−1,77E−09	−1,5113E−01	1,7281E−01	1,7281E−01
ToV_5	rapport	0	0	3170	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_6	rapport	0,6045	0,6045	3170	1,32E−01	−2,40E−05	1,15E−09	6,7476E−02	−1,70E−01	3,11E−05	−1,49E−09	−8,6386E−02	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_7	Pa	500	500	2950	−5,55E−04	1,36E−07	−8,45E−12	−2,2734E−04	−6,64E−09	−6,83E−12	7,21E−16	−2,0514E−08	−1,1880E−01	−1,1880E−01
ToV_8	valeur RSI	0,58	0,58	3170	1,03E−01	−2,00E−05	9,71E−10	4,9357E−02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	2,8626E−02	2,8626E−02
ToV_9	Pa	150	150	3170	−8,61E−04	1,48E−07	−6,99E−12	−4,6208E−04	1,38E−08	−1,59E−11	8,83E−16	−2,7730E−08	−6,9936E−02	−6,9936E−02
ToV_{10}	°C	11,11	11,11	2950	−2,62E−04	1,13E−07	−4,83E−12	2,9317E−05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	3,2571E−04	3,2571E−04
ToV_{11}	°C	11,11	11,11	2950	2,58E−02	−5,17E−06	3,84E−10	1,3890E−02	−6,05E−04	1,21E−07	−8,99E−12	−3,2629E−04	1,1405E−01	1,1405E−01
ToV_{12}	%	0,9	0,924	2950	1,77E−01	1,57E−04	−7,26E−09	5,7697E−01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	5,1927E−01	5,3312E−01
ToV_{13}	COP	2,7	3,61	220	6,49E−04	3,52E−04	−3,65E−07	6,0423E−02	−2,19E−05	−2,25E−05	2,33E−08	−3,8442E−03	1,3512E−01	1,6803E−01
ToV_{14}	W/W	0,015	0,015	220	−5,75E−03	−4,70E−04	5,32E−08	−1,0658E−01	−5,91E−02	−1,83E−03	3,27E−06	−3,0343E−01	−1,6669E−03	−1,6669E−03
ToV_{15}	rapport	0,8	0,8	220	−3,06E+01	2,72E−01	−4,09E−04	9,4444E+00	1,96E+01	−1,69E−01	2,54E−04	−5,2864E+00	4,1722E+00	4,1722E+00
ToV_{16}	rapport	0,8	0,8	2950	2,11E+04	−1,50E+01	9,19E−04	−1,5152E+04	−1,28E+04	9,12E+00	−5,57E−04	9,2567E+03	−6,1976E+03	−6,1976E+03
ToV_{17}	%	0	0	3170	2,83E−02	−5,51E−06	1,20E−09	2,2892E−02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{18}	%	0	0	220	−4,14E−03	2,01E−04	−3,12E−07	2,4979E−02	2,95E−03	−1,33E−04	2,07E−07	−1,6291E−02	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{19}	valeur RSI	0,880592	0,880592	2950	7,08E−01	−2,00E−04	1,48E−08	2,4680E−01	−3,24E−01	1,05E−04	−7,95E−09	−8,3435E−02	1,5263E−01	1,5263E−01
ToV_{20}	valeur RSI	0,880592	0,880592	220	1,08E−03	1,29E−04	−1,64E−07	2,1522E−02	−2,03E−04	−3,81E−05	4,34E−08	−6,4844E−03	1,3924E−02	1,3924E−02
ToV_{21}	kPa	179,344	179,344	2950	−2,88E−04	4,08E−08	−3,20E−12	−1,9549E−04	−1,30E−07	5,71E−11	−4,63E−15	−1,8476E−09	−3,5119E−02	−3,5119E−02
ToV_{22}	kPa	119,5627	119,5627	220	−5,14E−05	−2,31E−06	2,80E−09	−4,2408E−04	7,95E−08	7,92E−10	−8,07E−13	2,1468E−07	−4,7635E−02	−4,7635E−02
ToV_{23}	%	0,6	0,6	2950	3,07E−01	−5,43E−05	4,17E−09	1,8310E−01	−1,71E−01	2,98E−05	−2,26E−09	−1,0276E−01	7,2870E−02	7,2870E−02
ToV_{24}	%	0,6	0,6	220	−1,60E−02	3,52E−03	−4,47E−06	5,4205E−01	2,09E−02	−2,49E−03	3,12E−06	−3,7589E−01	1,8991E−01	1,8991E−01
ToV_{25}	%	0,9	0,9	2950	2,34E−01	−4,55E−05	3,54E−09	1,3058E−01	−9,04E−02	1,80E−05	−1,40E−09	−4,9484E−02	7,7442E−02	7,7442E−02
ToV_{26}	%	0,9	0,9	220	8,38E−03	4,27E−04	−5,00E−07	7,8120E−02	−3,19E−03	−1,58E−04	1,79E−07	−2,9286E−02	4,6586E−02	4,6586E−02
ToV_{27}	rapport	0	0	2950	2,88E+00	−5,12E−04	2,65E−08	1,6002E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{28}	rapport	0	0	220	1,19E+00	−4,62E−04	−3,78E−07	1,0701E+00	5,41E+00	−3,30E−02	3,67E−05	−7,3720E−02	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{29}	rapport	0	0	2950	3,63E+00	−8,09E−04	5,28E−08	1,7029E+00	3,71E−01	−3,60E−04	4,92E−08	−2,6284E−01	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{30}	rapport	0	0	220	1,41E−01	5,70E−03	−6,98E−06	1,0572E+00	1,00E+00	−4,55E−02	1,03E−04	−4,0248E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{31}	rapport	0	0	2950	5,60E+00	−1,44E−03	9,71E−08	2,1970E+00	−2,08E+02	6,35E−02	−4,10E−06	−5,6355E+01	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{32}	rapport	0	0	220	2,13E−01	4,49E−03	−4,60E−06	9,7816E−01	−1,46E+00	1,81E−02	−3,23E−05	9,5868E−01	0,0000E+00	0,0000E+00

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau 5-2
Calculs itératifs de la conception révisée

Valeur de remplacement, ToV_i	Unités	ToV_i	BaV_i	XDD_i	$\alpha1_i$	$\alpha2_i$	$\alpha3_i$	α_i	$\beta1_i$	$\beta2_i$	$\beta3_i$	β_i	Proposé	Référence
ToV_1	%	0,5455	0,5455	2950	2,00E+00	−4,45E−04	2,63E−08	9,1613E−01	−1,24E+00	2,73E−04	−1,60E−08	−5,7389E−01	3,2897E−01	3,2897E−01
ToV_2	%	0,9167	0,9167	2950	1,25E+00	−2,82E−04	1,68E−08	5,6430E−01	−5,11E−01	1,15E−04	−6,86E−09	−2,3145E−01	3,2280E−01	3,2280E−01
ToV_3	%	0,3125	0,3125	3170	9,66E−01	−1,57E−04	7,13E−09	5,3996E−01	−6,48E−01	1,04E−04	−4,66E−09	−3,6515E−01	1,3308E−01	1,3308E−01
ToV_4	%	0,8	0,8	3170	5,93E−01	−9,40E−05	4,17E−09	3,3692E−01	−2,63E−01	4,09E−05	−1,77E−09	−1,5113E−01	1,7281E−01	1,7281E−01
ToV_5	rapport	0	0	3170	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_6	rapport	0,6045	0,6045	3170	1,32E−01	−2,40E−05	1,15E−09	6,7476E−02	−1,70E−01	3,11E−05	−1,49E−09	−8,6386E−02	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_7	Pa	348,4	500	2950	−5,55E−04	1,36E−07	−8,45E−12	−2,2734E−04	−6,64E−09	−6,83E−12	7,21E−16	−2,0514E−08	−8,1694E−02	−1,1880E−01
ToV_8	valeur RSI	0,881	0,58	3170	1,03E−01	−2,00E−05	9,71E−10	4,9357E−02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	4,3484E−02	2,8626E−02
ToV_9	Pa	135	150	3170	−8,61E−04	1,48E−07	−6,99E−12	−4,6208E−04	1,38E−08	−1,59E−11	8,83E−16	−2,7730E−08	−6,2886E−02	−6,9936E−02
ToV_{10}	°C	11,11	11,11	2950	−2,62E−04	1,13E−07	−4,83E−12	2,9317E−05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	3,2571E−04	3,2571E−04
ToV_{11}	°C	11,11	11,11	2950	2,58E−02	−5,17E−06	3,84E−10	1,3890E−02	−6,05E−04	1,21E−07	−8,99E−12	−3,2629E−04	1,1405E−01	1,1405E−01
ToV_{12}	%	0,9	0,924	2950	1,77E−01	1,57E−04	−7,26E−09	5,7697E−01	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	5,1927E−01	5,3312E−01
ToV_{13}	COP	2,7	3,61	220	6,49E−04	3,52E−04	−3,65E−07	6,0423E−02	−2,19E−05	−2,25E−05	2,33E−08	−3,8442E−03	1,3512E−01	1,6803E−01
ToV_{14}	W/W	0,015	0,015	220	−5,75E−03	−4,70E−04	5,32E−08	−1,0658E−01	−5,91E−02	−1,83E−03	3,27E−06	−3,0343E−01	−1,6669E−03	−1,6669E−03
ToV_{15}	rapport	0,8	0,8	220	−3,06E+01	2,72E−01	−4,09E−04	9,4444E+00	1,96E+01	−1,69E−01	2,54E−04	−5,2864E+00	4,1722E+00	4,1722E+00
ToV_{16}	rapport	0,8	0,8	2950	2,11E+04	−1,50E+01	9,19E−04	−1,5152E+04	−1,28E+04	9,12E+00	−5,57E−04	9,2567E+03	−6,1976E+03	−6,1976E+03
ToV_{17}	%	0,5	0	3170	2,83E−02	−5,51E−06	1,20E−09	2,2892E−02	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	1,1446E−02	0,0000E+00
ToV_{18}	%	0	0	220	−4,14E−03	2,01E−04	−3,12E−07	2,4979E−02	2,95E−03	−1,33E−04	2,07E−07	−1,6291E−02	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{19}	valeur RSI	0,880592	0,880592	2950	7,08E−01	−2,00E−04	1,48E−08	2,4680E−01	−3,24E−01	1,05E−04	−7,95E−09	−8,3435E−02	1,5263E−01	1,5263E−01
ToV_{20}	valeur RSI	0,880592	0,880592	220	1,08E−03	1,29E−04	−1,64E−07	2,1522E−02	−2,03E−04	−3,81E−05	4,34E−08	−6,4844E−03	1,3924E−02	1,3924E−02
ToV_{21}	kPa	179,344	179,344	2950	−2,88E−04	4,08E−08	−3,20E−12	−1,9549E−04	−1,30E−07	5,71E−11	−4,63E−15	−1,8476E−09	−3,5119E−02	−3,5119E−02
ToV_{22}	kPa	119,5627	119,5627	220	−5,14E−05	−2,31E−06	2,80E−09	−4,2408E−04	7,95E−08	7,92E−10	−8,07E−13	2,1468E−07	−4,7635E−02	−4,7635E−02
ToV_{23}	%	0,6	0,6	2950	3,07E−01	−5,43E−05	4,17E−09	1,8310E−01	−1,71E−01	2,98E−05	−2,26E−09	−1,0276E−01	7,2870E−02	7,2870E−02
ToV_{24}	%	0,6	0,6	220	−1,60E−02	3,52E−03	−4,47E−06	5,4205E−01	2,09E−02	−2,49E−03	3,12E−06	−3,7589E−01	1,8991E−01	1,8991E−01
ToV_{25}	%	0,9	0,9	2950	2,34E−01	−4,55E−05	3,54E−09	1,3058E−01	−9,04E−02	1,80E−05	−1,40E−09	−4,9484E−02	7,7442E−02	7,7442E−02
ToV_{26}	%	0,9	0,9	220	8,38E−03	4,27E−04	−5,00E−07	7,8120E−02	−3,19E−03	−1,58E−04	1,79E−07	−2,9286E−02	4,6586E−02	4,6586E−02
ToV_{27}	rapport	0	0	2950	2,88E+00	−5,12E−04	2,65E−08	1,6002E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,0000E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{28}	rapport	0	0	220	1,19E+00	−4,62E−04	−3,78E−07	1,0701E+00	5,41E+00	−3,30E−02	3,67E−05	−7,3720E−02	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{29}	rapport	0	0	2950	3,63E+00	−8,09E−04	5,28E−08	1,7029E+00	3,71E−01	−3,60E−04	4,92E−08	−2,6284E−01	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{30}	rapport	0	0	220	1,41E−01	5,70E−03	−6,98E−06	1,0572E+00	1,00E+00	−4,55E−02	1,03E−04	−4,0248E+00	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{31}	rapport	0	0	2950	5,60E+00	−1,44E−03	9,71E−08	2,1970E+00	−2,08E+02	6,35E−02	−4,10E−06	−5,6355E+01	0,0000E+00	0,0000E+00
ToV_{32}	rapport	0	0	220	2,13E−01	4,49E−03	−4,60E−06	9,7816E−01	−1,46E+00	1,81E−02	−3,23E−05	9,5868E−01	0,0000E+00	0,0000E+00

Commentaire sur la partie 5

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 6

Installations d’eau sanitaire

1. Sauf indication contraire du CNÉB, l'équipement mécanique, les installations et les commandes mis en place pour satisfaire aux besoins de l'eau sanitaire d'un nouveau bâtiment doivent être conformes aux exigences de la partie 6 du CNÉB. Le présent commentaire fournit des renseignements additionnels sur la façon de satisfaire à ces exigences.

2. Se reporter au schéma à la figure A-6.1.1.3. 1) du CNÉB qui illustre trois méthodes de conformité applicables aux installations d’eau sanitaire.

Appareils mixtes de chauffage des espaces et de l'eau sanitaire (article 6.2.2.4.)

3. La figure 6-1 montre un exemple de configuration type de chaudière assurant tant le chauffage de l'eau sanitaire que le chauffage des espaces.

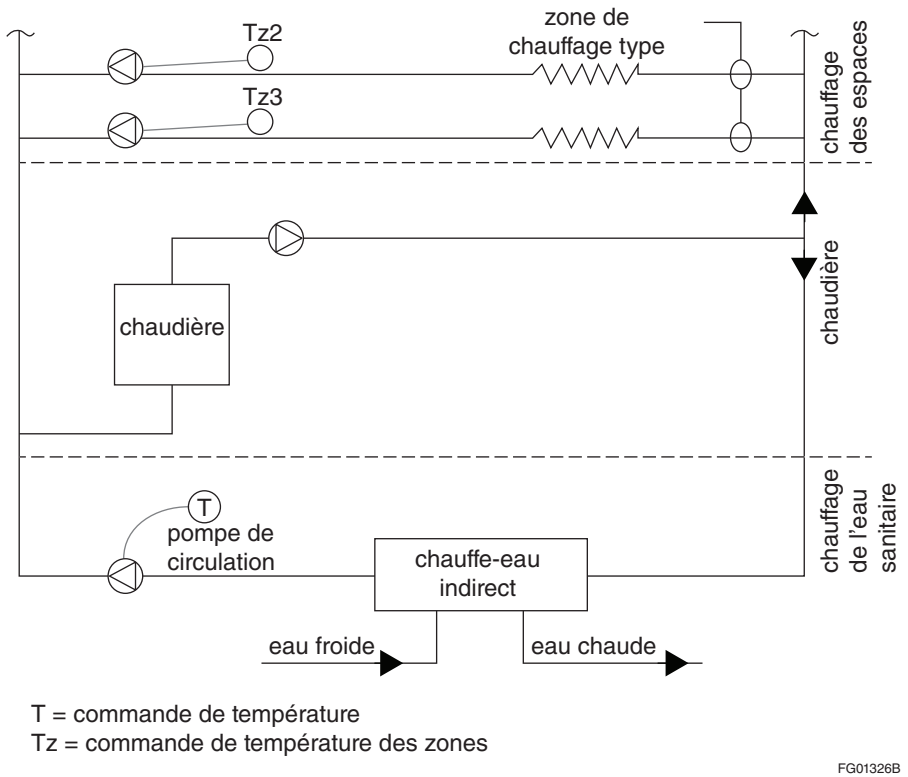


Figure 6-1
Exemple de configuration type d'appareil mixte de chauffage des espaces et de l'eau sanitaire

Calorifugeage de la tuyauterie (article 6.2.3.1.)

4. La figure 6-2 montre un exemple de tuyauterie d'eau chaude sanitaire qui doit être calorifugée conformément aux exigences de l'article 6.2.3.1. du CNÉB.

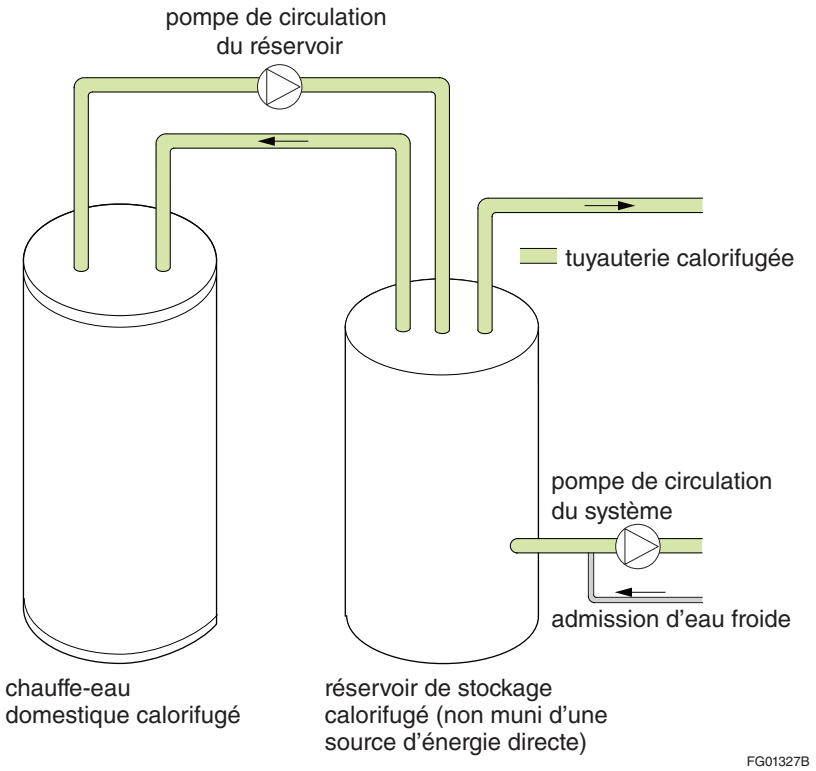


Figure 6-2
Exemple de sections de tuyauterie d'eau chaude sanitaire qui doivent être calorifugées

Chauffe-eau à distance ou chauffe-eau d'appoint (article 6.2.5.1.)

5. Pour réduire les déperditions de chaleur dans les applications où l'eau sanitaire doit être fournie à une température égale ou supérieure à 60 °C ou plus—comme pour les lave-vaisselle et d'autres procédés—des chauffe-eau d'appoint locaux distincts doivent être installés pour répondre aux besoins de ces charges élevées. La figure 6-3 montre un schéma d'un appareil de chauffage de l'eau sanitaire à deux températures raccordé à un chauffe-eau d'appoint.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

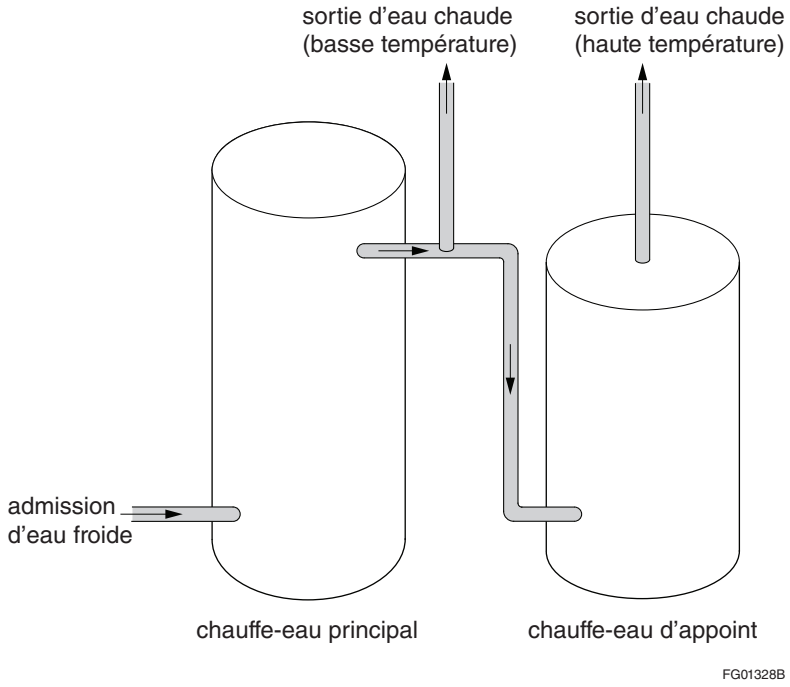


Figure 6-3
Exemple de configuration de chauffe-eau principal et de chauffe-eau d'appoint

Débits d'eau maximaux des douches et des lavabos (articles 6.2.6.1. et 6.2.6.2.)

6. L'installation d'appareils sanitaires à faible débit d'eau constitue une mesure facile à prendre et peu coûteuse pour réduire la consommation énergétique dans un bâtiment. Cette mesure est particulièrement efficace dans les bâtiments où une grande quantité d'eau est utilisée, comme les bâtiments résidentiels ou récréatifs.

7. Les débits d'eau maximaux mentionnés dans le CNÉB concordent avec les lignes directrices et les normes en vigueur au Canada (p. ex., la norme ASME A112.18.1/CSA B125.1, « Plumbing Supply Fittings ») et peuvent être assurés au moyen de nombreux produits largement répandus qui n'influent pas sur l'expérience ou l'efficacité du lavage des mains ou de l'utilisation d'une douche.

8. Il convient de noter que le Code national de la plomberie – Canada contient également des exigences relatives aux débits d'eau maximaux.

Installations de surpression (sous-section 6.2.8.)

9. Les exigences relatives aux installations de surpression du CNÉB tiennent compte des exigences correspondantes de la norme ANSI/ASHRAE/IES 90.1, ce qui facilite le calcul et la mise en application pour les administrations qui incorporent par renvoi ces deux documents.

10. Une installation de surpression à vitesse variable assure la puissance de pompage requise à tout moment. À mesure que la demande diminue, un détecteur de pression enregistre une augmentation de la pression de canalisation et le débit de la pompe est réduit en conséquence. Le vase d'expansion aide à réduire au minimum les dommages potentiels causés par la pression à l'installation de plomberie. Se reporter à la figure 6-4.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

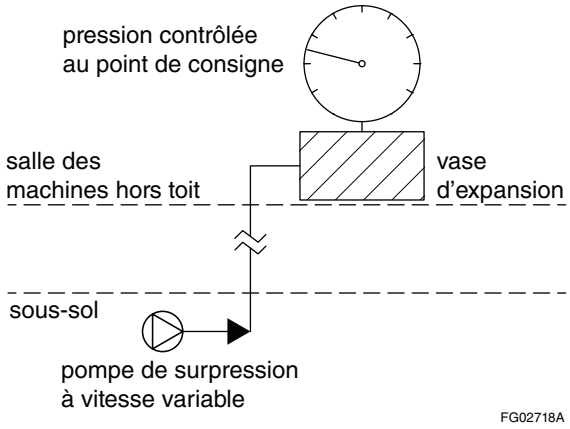


Figure 6-4
Schéma d'agencement d'une installation de surpression à vitesse variable

11. Contrairement à une installation de surpression à vitesse variable, une installation de surpression à vitesse constante fonctionne au besoin pour répondre à la demande. Dans le vase d'expansion, un pressostat actionne les pompes lorsque la pression baisse au-dessous d'une limite déterminée (appelée « pression d'enclenchement ») jusqu'à ce que la pression de l'installation atteigne une limite déterminée (appelée « pression de coupure »), les pompes assurant ainsi en tout temps une pression plus élevée que la pression de calcul. Le vase d'expansion fournissant un volume à la baisse, il doit donc être de grande dimension afin de prévenir la succession fréquente de cycles de pompe. Se reporter à la figure 6-5.

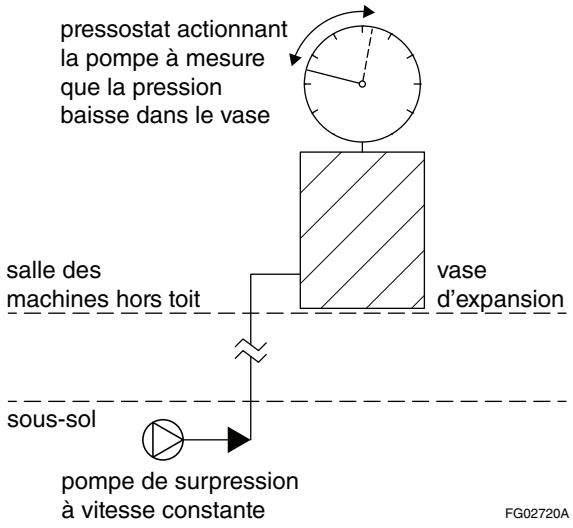


Figure 6-5
Schéma d'agencement d'une installation de surpression à vitesse constante

Méthode des solutions de remplacement (section 6.3.)

12. Comme la méthode des solutions de remplacement de la partie 5 du CNÉB, la méthode des solutions de remplacement de la partie 6 du CNÉB est basée sur le rendement global de l'ensemble de l'installation de chauffage de l'eau sanitaire. La méthode couvre trois types d'installations de chauffage de l'eau sanitaire : les chauffe-eau à accumulation, les chauffe-eau instantanés ou sans accumulation et les installations alimentées par une chaudière de chauffage des espaces au moyen d'un échangeur de chaleur. Un indice de solution de remplacement (TOI) est calculé pour chaque type d'installation de chauffage de l'eau sanitaire conformément au paragraphe 6.3.2.1. 1), 2) ou 3) du CNÉB, respectivement. Les trois équations d'indice de solution de remplacement (TOI) sont

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

similaires, le côté droit représentant la conception de référence et le côté gauche, la conception proposée. Une conception d'installation proposée avec un TOI égal ou supérieur à 0 est considérée comme conforme au CNÉB.

Exemple 6-1 – Calcul des valeurs de remplacement en vue de la conformité

Des promoteurs prévoient construire un petit établissement de réunion polyvalent dans une région assez éloignée. La conception de l'installation de chauffage de l'eau sanitaire proposée inclut un chauffe-eau de type à accumulation alimenté au gaz naturel d'une puissance de 125 kW et d'une capacité volumétrique de 35 L, sans récupération de chaleur. Le concepteur décide de n'installer aucun type de dispositif d'arrêt automatique pour les lavabos, ce qui signifie que l'installation d'eau chaude sanitaire proposée (SWH-1) ne satisfait pas aux exigences prescriptives de la section 6.2. du CNÉB. Le concepteur opte donc pour la méthode des solutions de remplacement pour assurer la conformité.

Les paramètres de solution de remplacement de la conception proposée ont les valeurs suivantes :

Paramètres de solution de remplacement	Description	Unités	ToV_i
ToV_1	Efficacité de l'équipement de chauffage de l'eau sanitaire	%	75
ToV_2	Valeur de calorifugeage du réservoir	valeur RSI	3,52
ToV_3	Valeur de calorifugeage de la tuyauterie	valeur RSI	1,76
ToV_4	Efficacité des moteurs de pompe	%	80
ToV_5	Efficacité des pompes	%	60
ToV_6	Coefficient de récupération de la chaleur	kW/kW	0
ToV_7	Débit moyen de l'ensemble des robinets	L/min	9,8
ToV_8	Débit moyen de l'ensemble des douches	L/min	9,8
ToV_9	Coefficient de débit des robinets	fraction	0,7
ToV_{10}	Coefficient de débit des douches	fraction	0,3

Les autres variables dans l'équation de calcul de l'indice de solution de remplacement SWH-TOI pour SWH-1 ont les valeurs suivantes :

PDR = 1,56, calculé conformément à l'article 6.3.2.2. du CNÉB au moyen d'une valeur de débit moyen de tous les autres usages (AFOU) de 18,9 L/min :

$$\mathrm{PDR} = \frac{(9,8 \cdot 0,7) + (9,8 \cdot 0,3) + [18,9 \cdot (1 - 0,7 - 0,3)]}{(5,7 \cdot 0,7) + (7,6 \cdot 0,3) + [18,9 \cdot (1 - 0,7 - 0,3)]} = 1,56$$

A_{norm} = 0,76, calculé conformément à l'article 6.3.2.3. du CNÉB au moyen d'une valeur de D_{norm} de 0,21, calculée conformément à l'article 6.3.2.4. du CNÉB :

$$\mathrm{D_{norm}} = 0,63384 \cdot \left(35\ \mathrm{L} \cdot \frac{1\ \mathrm{m^3}}{1000\ \mathrm{L}}\right)^{1/3} = 0,21$$

$$\mathrm{A_{norm}} = 5,5 \cdot \pi \cdot (0,21)^2 = 0,76$$

η_{ref} = 0,80, déterminé conformément à l'article 6.3.2.6. du CNÉB.

L'indice de solution de remplacement SWH-TOI est alors calculé au moyen de l'équation figurant au paragraphe 6.3.2.1. 1) du CNÉB comme suit :

$$\mathrm{SWH\text{-}TOI} = 2,813 \cdot \left\{\frac{2,813 \cdot 1,56}{0,75} \cdot \left\{1 - 0,6514 \cdot 0 \cdot \mathrm{e}^{-0,312 \cdot 0}\right\} + 0,11667 \cdot \left(\frac{0,76}{3,52} + \frac{2,4322}{1,76}\right) + \frac{0,00677}{0,80 \cdot 0,60}\right\}^{-1}$$
$$- 2,813 \cdot \left\{\frac{2,813}{0,80} + 0,11667 \cdot \left(\frac{0,76}{2,222} + 3,3515\right) + 0,0141\right\}^{-1}$$

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 6-1 – Calcul des valeurs de remplacement en vue de la conformité (suite)

Telle que l'installation de chauffage de l'eau sanitaire est conçue, son indice de solution de remplacement SWH-TOI est de –0,245, ce qui est moins que 0; l'installation est donc réputée non conforme.

Le concepteur remplace l'appareil de chauffage de l'eau sanitaire par un appareil d'une efficacité énergétique de 82 % et des robinets et des douches à faible débit. Les paramètres de solution de remplacement de la conception proposée révisée ont les valeurs suivantes :

Paramètres de solution de remplacement	Description	Unités	ToV_i
ToV_1	Efficacité de l'équipement de chauffage de l'eau sanitaire	%	82
ToV_2	Indice d'isolation du réservoir	valeur RSI	3,52
ToV_3	Indice d'isolation des tuyauteries	valeur RSI	1,76
ToV_4	Efficacité du moteur de la pompe	%	80
ToV_5	Efficacité de la pompe	%	60
ToV_6	Coefficient de récupération de chaleur	kW/kW	0
ToV_7	Débit moyen de l'ensemble des robinets	L/min	5,7
ToV_8	Débit moyen de l'ensemble des douches	L/min	7
ToV_9	Coefficient de débit des robinets	fraction	0,7
ToV_{10}	Coefficient de débit des douches	fraction	0,3

En tenant compte de l'installation d'appareils sanitaires à faible débit, le PDR s'établit maintenant à 0,97 :

$$\mathrm{PDR} = \frac{(5,7 \cdot 0,7) + (7 \cdot 0,3) + [18,9 \cdot (1 - 0,7 - 0,3)]}{(5,7 \cdot 0,7) + (7,6 \cdot 0,3) + [18,9 \cdot (1 - 0,7 - 0,3)]} = 0,97$$

L'indice de solution de remplacement SWH-TOI est alors calculé au moyen du PDR et de la valeur ToV_1 révisés :

$$\mathrm{SWH\text{-}TOI} = 2,813 \cdot \left\{ \frac{2,813 \cdot 0,97}{0,82} \cdot \left\{1 - 0,6514 \cdot 0 \cdot \mathrm{e}^{-0,312 \cdot 0}\right\} + 0,11667 \cdot \left(\frac{0,76}{3,52} + \frac{2,4322}{1,76}\right) + \frac{0,00677}{0,80 \cdot 0,60} \right\}^{-1}$$
$$- 2,813 \cdot \left\{ \frac{2,813}{0,8} + 0,11667 \cdot \left(\frac{0,76}{2,222} + 3,3515\right) + 0,0141 \right\}^{-1}$$

Grâce aux trois améliorations, l'indice de solution de remplacement SWH-TOI est maintenant de 0,088, qui est supérieur à 0. L'installation de chauffage de l'eau sanitaire est donc maintenant conforme par l'entremise de la méthode des solutions de remplacement.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 7

Systèmes de distribution d'électricité et moteurs électriques

Objet (article 7.1.1.1.)

1. La partie 7 du CNÉB s'applique aux systèmes de distribution d'électricité, aux transformateurs et aux moteurs reliés au réseau d'alimentation électrique du bâtiment, et porte sur les dispositifs de surveillance des systèmes de distribution d'électricité de plus de 250 kVA, et des chutes de tension dans les artères d'alimentation et les circuits de dérivation.

Conformité (article 7.1.1.3.)

2. Se reporter au schéma de la figure A-7.1.1.3. 1) du CNÉB pour les deux méthodes de conformité applicables aux systèmes de distribution d'électricité et aux moteurs électriques.

Surveillance de la consommation (article 7.2.1.1.)

3. La surveillance de la consommation d'énergie électrique est considérée comme essentielle à la gestion de l'énergie. Le CNÉB exige que des dispositifs de surveillance des systèmes de distribution de l'électricité de plus de 250 kVA soient mis en place. Les approches de conformité types consistent à concevoir le plan de distribution de manière à inclure suffisamment d'espace pour mettre en place l'équipement, comme des embases ou des transformateurs de courant à pince. La figure 7-1 montre l'emplacement des futures embases en vue de la surveillance de l'éclairage intérieur et des panneaux CVCA.

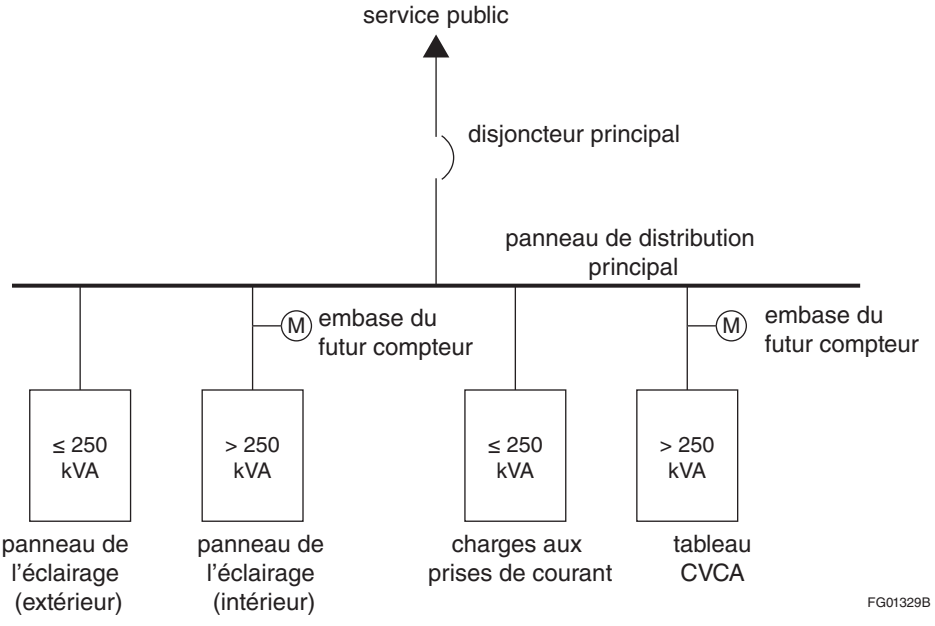


Figure 7-1
Exemple de système de distribution d'électricité

Chute de tension (sous-section 7.2.2.)

4. Les artères d'alimentation vont de l'équipement de distribution électrique (point d'entrée de l'électricité dans le bâtiment) à l'équipement des circuits de dérivation (comme les disjoncteurs). Une chute de tension maximale de 2 % est permise dans l'artère.

5. Les circuits de dérivation vont du disjoncteur final aux prises ou charges. Une chute de tension maximale de 3 % est permise dans un circuit de dérivation.

6. La figure 7-2 montre les chutes de tension admissibles dans les artères et les circuits de dérivation.

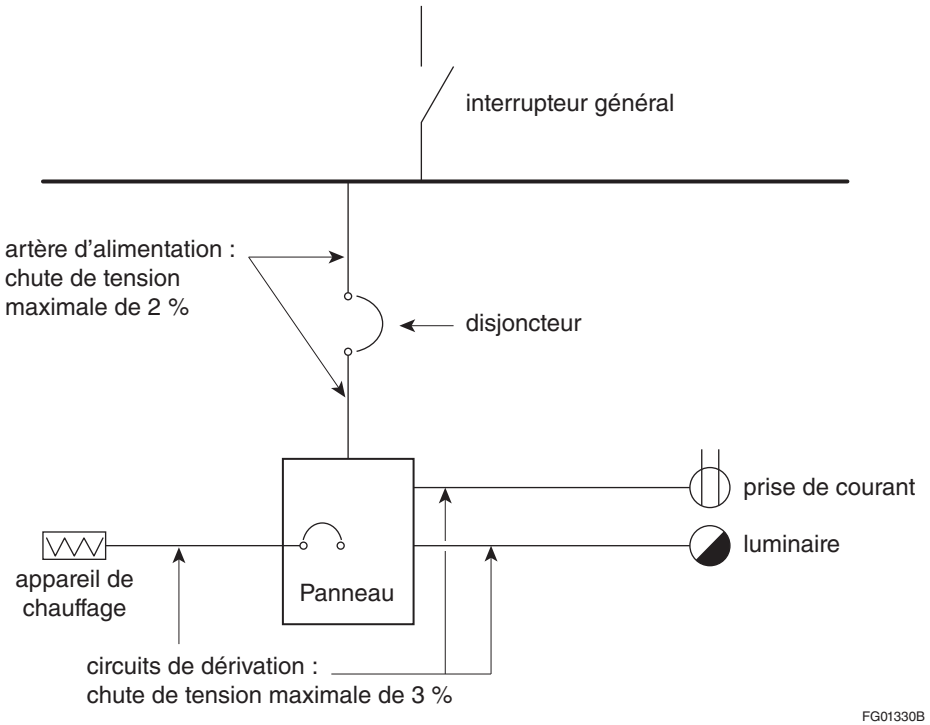


Figure 7-2
Chutes de tension admissibles dans les artères et les circuits de dérivation

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 7-1 – Exemple de calcul de chute de tension

Un concepteur veut calculer la chute de tension dans un circuit de chauffage monophasé 208 V à deux câbles sous une charge de 50 A et d'une longueur de 30,5 m. Le circuit est fait de conducteurs en cuivre R90, calibre 6 AWG. L'impédance des conducteurs dépend du matériau dont est fait le conducteur (PVC, aluminium ou acier), du facteur de puissance de la charge et de la température du conducteur. Aux fins du présent exemple, l'impédance est supposée égale à 1,48 Ω/km.

La chute de tension, VD, en volts, pour un circuit monophasé est calculée comme suit :

$$\mathrm{VD} = \frac{2 \cdot \mathrm{L} \cdot \mathrm{Z} \cdot \mathrm{I}}{1000}$$

où

L = longueur du circuit, en m;
Z = impédance effective du conducteur, en Ω (ohms)/km; et
I = courant de charge tenant compte du facteur de puissance, en ampères.

Dans cet exemple, la chute de tension est donc déterminée être :

$$\mathrm{VD} = \frac{2 \cdot 30{,}5\ \mathrm{m} \cdot 1{,}48\ \Omega/\mathrm{km} \cdot 50\ \mathrm{A}}{1000\ \mathrm{m/km}} = 4{,}50\ \mathrm{V}$$

La chute de tension approximative est exprimée en pourcentage de la tension du circuit calculée comme suit :

$$\text{Chute de tension en pourcentage} = \frac{4{,}5\ \mathrm{V}}{208\ \mathrm{V}} \cdot 100\ \% = 2{,}16\ \%$$

Comme la chute de tension est inférieure à 3 %, le circuit satisfait à l'exigence de l'article 7.2.2.2. du CNÉB.

La chute de tension pour un circuit triphasé serait calculée comme suit :

$$\mathrm{VD} = \frac{\sqrt{3} \cdot \mathrm{L} \cdot \mathrm{Z} \cdot \mathrm{I}}{1000}$$

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 8

Méthode de conformité par la performance énergétique

Objet (article 8.1.1.1.)

1. La partie 8 du CNÉB fournit une solution de rechange aux exigences relatives aux méthodes prescriptive et aux méthodes des solutions de remplacement énoncées aux parties 3 à 7 du CNÉB. Le présent commentaire précise l'objet, le domaine d'application, les méthodes de calcul et les règles de modélisation sur lesquelles portent la partie 8 du CNÉB et présente des exemples de la façon dont la méthode des solutions de remplacement pourrait être appliquée à l'aide de trois types de bâtiment.

2. Le but de la méthode de conformité par la performance de la partie 8 du CNÉB n'est pas d'en arriver à une prévision exacte de la consommation d'énergie annuelle d'un bâtiment proposé, mais plutôt d'évaluer les effets des écarts par rapport aux exigences prescriptives relatives aux composants du bâtiment au moyen de méthodes de calcul équitables et cohérentes. La méthode de conformité par la performance vise à comparer la performance énergétique d'un bâtiment proposé à celle d'un bâtiment conçu conformément aux exigences prescriptives du CNÉB, et non à prédire la consommation énergétique du bâtiment réel (non pas du modèle de bâtiment). De ce fait, pour l'exercice de modélisation, les données d'entrée relatives à certains paramètres du bâtiment doivent être déterminées sur la base d'hypothèses raisonnables. La simulation ne tient pas compte des économies possibles grâce à l'actionnement manuel des composants du bâtiment (comme l'ajustement des rideaux par les occupants). Les variations par rapport aux charges par défaut assumées dues à l'usage, les variations en matière de régulation et d'entretien, les variations par rapport aux données climatiques standard et la précision du programme de simulation auront également une incidence sur la consommation d'énergie réelle.

3. La méthode de performance est une approche qui s'applique à l'ensemble du bâtiment dans laquelle deux bâtiments sont simulés (c.-à-d. modélisés) : un bâtiment proposé dont la consommation en énergie calculée est représentative des spécifications et des plans de conception réels, et un bâtiment de référence qui est une réplique exacte modélisée comme étant conforme aux exigences prescriptives énoncées aux sections 3.2., 4.2., 5.2., 6.2. et 7.2. du CNÉB. La consommation énergétique annuelle du bâtiment de référence est appelée « consommation cible d'énergie » et la consommation d'énergie annuelle du bâtiment proposé est appelée « consommation annuelle d'énergie ». Les deux simulations tiennent compte de l'effet de l'enveloppe du bâtiment, de l'éclairage, des installations CVCA et d'eau sanitaire, ainsi que des systèmes de distribution d'électricité et des moteurs électriques sur la consommation d'énergie. Lorsque les techniques de construction ou les composants du bâtiment dépassent les exigences prescriptives en matière d'efficacité énergétique, le surcroît de performance peut être crédité à condition qu'il puisse être quantifié et ne soit pas tributaire de l'interaction des occupants; de la même manière, si les techniques de construction utilisées sont moins efficaces, une pénalité sur la performance est modélisée. La conception d'un bâtiment proposé est conforme si elle utilise autant ou moins d'énergie que le bâtiment de référence. La partie 8 renferme les règles applicables au calcul de la consommation énergétique des bâtiments proposés et des bâtiments de référence.

4. La partie 8 du CNÉB s'applique aux bâtiments dont l'usage et l'emplacement sont connus. Des renseignements précis sur l'usage permettent de spécifier les charges internes appropriées et les horaires connexes tandis que l'emplacement définit les charges environnementales et la conception des composants du bâtiment de référence.

Commentaire sur la partie 8

Méthode de performance (section 8.4.)

Aperçu de la conformité

5. Les étapes de base dans la détermination de la conformité sont les suivantes :

a) collecte des données d'entrée pour les calculs du modèle de consommation énergétique à partir de la conception du bâtiment proposé, de son usage, des horaires connexes et des données climatiques pour l'emplacement;

b) vérification de la cohérence des données d'entrée et de la conformité à toute restriction d'application;

c) calcul de la consommation annuelle d'énergie du bâtiment proposé au moyen d'une simulation de la consommation du bâtiment (à l'aide d'un logiciel d'analyse de la consommation d'énergie, par exemple);

d) si un logiciel est utilisé mais n'est pas programmé de manière à générer automatiquement un bâtiment de référence, création des données relatives au bâtiment de référence à partir des données de conception du bâtiment proposé, en reproduisant par exemple ses aires de plancher, son orientation, son usage et les horaires connexes, les données climatiques liées à l'emplacement ainsi que les exigences de la méthode prescriptive du CNÉB;

e) calcul de la consommation annuelle d'énergie du bâtiment de référence (c.-à-d. consommation cible d'énergie);

f) comparaison des heures de non-conformité de la charge pour les deux bâtiments modélisés. Plusieurs raisons justifient cette comparaison :

- l'une de ces raisons est d'éviter de générer une consommation annuelle d'énergie artificiellement faible en ne chauffant pas pleinement le bâtiment proposé (c.-à-d. en ne le chauffant pas au point de consigne) tandis que le bâtiment de référence est bien chauffé. Chauffer un bâtiment à un point de consigne inférieur à un point de consigne considéré comme « normal » pour le type de bâtiment est acceptable en vertu du CNÉB à condition que le bâtiment de référence soit modélisé au moyen du même point de consigne (se reporter à l'article 8.4.4.2. du CNÉB);
- une autre raison est que certains logiciels de simulation (comme DOE-2.1E) ont des limitations, ce qui signifie qu'ils ne peuvent pas tenir compte de façon appropriée d'un chauffage et/ou d'un refroidissement insuffisants d'un intervalle de temps à un autre, et/ou d'un niveau donné (p. ex., une section de traitement de l'air) à un niveau plus élevé (p. ex., l'installation), ce qui mène à des calculs de consommation d'énergie incorrects;
- enfin, le nombre d'heures de refroidissement non satisfait fait l'objet d'un contrôle visant à s'assurer que le nombre d'heures en moins, le cas échéant, est similaire tant pour le bâtiment proposé que le bâtiment de référence. Si le bloc thermique du bâtiment proposé n'inclut pas de capacité de refroidissement, le bâtiment de référence doit également être modélisé sans capacité de refroidissement;

g) comparaison de l'énergie utilisée par le bâtiment proposé et par le bâtiment de référence. Si le bâtiment proposé utilise plus d'énergie que le bâtiment de référence, ses paramètres de conception doivent être révisés et les résultats doivent être recalculés, ou une méthode de conformité différente peut être adoptée; si le bâtiment proposé utilise une quantité égale ou moindre d'énergie que le bâtiment de référence, générer des rapports de conformité pour soumission à l'agent du bâtiment.

Calculs de conformité (sous-section 8.4.2.)

6. De nombreux logiciels d'analyse peuvent effectuer les simulations détaillées de la consommation d'énergie pour la conception tant du bâtiment proposé que du bâtiment de référence : moteurs de calcul DOE-2.1E et DOE-2.2; logiciels CanQUEST et eQUEST, qui combinent un pré-/post-processeur graphique pour un moteur de calcul DOE; EnergyPlus, IES-VE, TRNSYS; et d'autres, comme les logiciels figurant sur le site Web du répertoire du Département de l'énergie des É.-U. intitulé Building Energy Software Tools Directory (apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/subjects_sub.cfm). Toutefois, au moment de la publication de l'édition 2015 du présent guide de l'utilisateur, seuls CanQuest et IES-VE étaient en mesure de générer automatiquement un bâtiment de référence conforme aux exigences prescriptives des parties 3 à 7 du CNÉB basé sur les spécifications relatives au bâtiment proposé.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

7. Si le procédé est acceptable pour l'autorité compétente, il n'est pas nécessaire que tous les calculs soient effectués au moyen de la même méthode. Par exemple, on peut combiner de simples calculs manuels à d'autres moyens pour tenir compte de toutes les caractéristiques pertinentes du bâtiment proposé menant à un crédit et/ou une pénalité. Il est important de tenir compte de tout effet croisé entre les caractéristiques ou les composants d'un bâtiment, le cas échéant, ou de considérer prudemment les résultats de ces calculs.

Fuites d'air (article 8.4.2.9.) (Se reporter également aux paragraphes 8.4.3.3. 3) et 8.4.4.3. 6))

Il est souvent difficile de prévoir les taux de fuite d'air dans les bâtiments réels, car ces taux varient en fonction du vent, de l'effet de tirage, de la qualité de construction du bâtiment, du fonctionnement de l'installation CVCA et d'autres facteurs. Le bâtiment de référence et le bâtiment proposé doivent donc tous deux avoir le même taux de fuite d'air : le taux de fuite d'air au travers de l'enveloppe du bâtiment des modèles tant de bâtiment de référence que de bâtiment proposé doit être réglé à une valeur constante de 0,25 $L/(s \cdot m^2)$ de façon à assurer une même base de comparaison pour les deux modèles.

Calculs des installations CVCA (article 8.4.2.10.)

8. Le rendement de l'équipement CVCA utilisé comme donnée d'entrée dans les calculs du modèle de consommation énergétique du bâtiment proposé doit correspondre aux conditions de mode de fonctionnement indiquées dans la norme pertinente du tableau 5.2.12.1. du CNÉB et non aux conditions de conception réelles indiquées dans les spécifications et les dessins afin que la comparaison avec l'équipement du bâtiment de référence, qui sera également modélisé à l'aide du rendement indiqué dans le tableau, soit équitable. Par exemple, pour un bâtiment proposé situé à Whistler (C.-B.), l'efficacité de combustion d'une chaudière serait entrée dans les calculs des modèles sans rajustement visant à tenir compte de l'altitude, c'est-à-dire comme si la chaudière était située au niveau de la mer.

9. Il est important de noter que la modélisation des ventilateurs (alimentation et condenseur) d'installations intégrées doit être effectuée séparément de celle des compresseurs, puisqu'il arrive que ces ventilateurs fonctionnent indépendamment des compresseurs—p. ex., pour distribuer l'air de ventilation pendant les heures d'occupation sans demande de refroidissement ni de chauffage—ou peuvent fonctionner dans des conditions de charge partielle (pour les applications VAV), etc. Selon le logiciel d'analyse de l'énergie utilisé, il peut être nécessaire de rajuster manuellement le rendement de l'équipement pour exclure la puissance appelée du ventilateur, qui serait entrée séparément dans le modèle de consommation énergétique.

Consommation annuelle d'énergie du bâtiment proposé (sous-section 8.4.3.)

10. Le modèle de bâtiment proposé doit être en accord avec les spécifications et les paramètres de conception du bâtiment proposé, ainsi qu'avec les conditions de mode de fonctionnement des installations CVCA mentionnées dans la norme pertinente du tableau 5.2.12.1. du CNÉB, et doit tenir compte de la consommation d'énergie attribuable à l'enveloppe du bâtiment, à l'éclairage, aux installations CVCA, aux installations de chauffage de l'eau sanitaire et aux systèmes de distribution d'électricité et aux moteurs électriques qui seront installés.

Consommation cible d'énergie du bâtiment de référence (sous-section 8.4.4.)

11. Le modèle de bâtiment de référence est une réplique du bâtiment proposé sauf que les paramètres de conception entrés dans les calculs correspondent aux exigences de la méthode prescriptive pour chacun des paramètres du bâtiment qui a une incidence sur la consommation d'énergie (c.-à-d. enveloppe du bâtiment (3.2.), éclairage (4.2.), installations CVCA (5.2.), installations de chauffage de l'eau sanitaire (6.2.) et systèmes de distribution d'électricité et moteurs électriques (7.2.)) pour la zone de degrés-jours de chauffage applicable à l'emplacement du bâtiment. Se reporter au paragraphe 1.1.4.1. 1) du CNÉB.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Commentaire sur la partie 8

Généralités (article 8.4.4.1.)

12. Dans le cadre de la définition du bâtiment de référence, une hypothèse de base veut que les données d'entrée doivent être les mêmes pour le bâtiment de référence et le bâtiment proposé :

- aire de plancher et forme;
- blocs thermiques;
- type de bâtiment ou fonctions des espaces;
- emplacement et orientation du bâtiment;
- emplacement des éléments de fenêtrage (fenêtres, lanterneaux, portes vitrées) (ces éléments peuvent exiger des rajustements dans les cas où ils diffèrent du rapport permis dans le CNÉB);
- densité d'occupation, chauffage de l'eau sanitaire, et charges internes et horaires; et
- horaire des ventilateurs d'alimentation, de reprise et d'extraction.

Horaires d'exploitation (paragraphes 8.4.3.2. 1) et 8.4.4.2. 1))

13. L'intention des paragraphes 8.4.3.2. 1) et 8.4.4.2. 1) du CNÉB est de garantir que la même base de comparaison est utilisée pour les deux modèles puisque les charges internes, les horaires et l'usage du bâtiment peuvent avoir des répercussions importantes sur la consommation énergétique d'un bâtiment.

14. Il est permis d'utiliser des valeurs de charge et des horaires autres que ceux qui sont fournis dans le CNÉB à condition qu'ils soient raisonnables dans le contexte de la conception du bâtiment proposé et de son exploitation prévue, et que les mêmes valeurs et horaires soient utilisés dans le modèle de consommation énergétique du bâtiment de référence.

15. Se reporter aux exemples 8-1 à 8-3, qui donnent des indications sur la modélisation d'un bâtiment de référence en fonction du CNÉB si le logiciel utilisé ne génère pas automatiquement un modèle.

Composants de l'enveloppe du bâtiment (paragraphe 8.4.4.3. 3))

16. Lorsque le rapport entre l'aire totale du fenêtrage vertical et des portes et l'aire brute des murs (FDWR) du bâtiment proposé est supérieur au FDWR maximal permis par l'article 3.2.1.4. du CNÉB, ces aires totales doivent être ajustées proportionnellement le long de chaque orientation jusqu'à ce que le FDWR de la conception du bâtiment proposé soit conforme à l'article 3.2.1.4. du CNÉB.

17. Se reporter à l'exemple 8-2, qui illustre les données d'entrée relatives à la conception de l'enveloppe du bâtiment pour un entrepôt semi-chauffé.

Cloisons intérieures (paragraphe 8.4.4.3. 7))

18. Le coefficient U des cloisons intérieures dans le modèle de bâtiment de référence doit être déterminé conformément à l'article 3.2.1.3. du CNÉB, le cas échéant, c'est-à-dire lorsque les points de consigne de la température de chaque côté des cloisons diffèrent de plus de 10 °C. Autrement, leur coefficient U doit être identique à celui des cloisons intérieures du bâtiment proposé.

Surdimensionnement des appareils (article 8.4.4.8.)

19. Les calculs de charge de chauffage/refroidissement théorique peuvent être effectués à l'aide du logiciel d'analyse énergétique ou d'un logiciel spécialisé de calcul des charges, à condition que les mêmes moyens—y compris le surdimensionnement des appareils—soient appliqués aux installations techniques tant du bâtiment de référence que du bâtiment proposé.

20. Le surdimensionnement des appareils s'applique aux capacités de refroidissement et de chauffage des installations centrales, ainsi qu'à la capacité de débit d'air des appareils de ventilation et des appareils en fin de réseau. La valeur attribuée au surdimensionnement peut être inférieure à 1, ce qui indique un sous-dimensionnement des appareils ou de l'installation. Le sous-dimensionnement est une pratique acceptable à condition que les exigences des paragraphes 8.4.1.2. 3) et 4) du CNÉB soient satisfaites.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Air extérieur (article 8.4.4.15.)

21. Le CNÉB exige que les débits d'air extérieur totaux fournis par les appareils de ventilation du bâtiment de référence soient identiques à ceux qui sont fournis par les appareils de ventilation du bâtiment proposé. Cette exigence s'applique quels que soient le nombre d'appareils ou leur configuration, facteurs qui pourraient théoriquement mener à un changement du débit d'air extérieur sur la base des exigences de la norme de ventilation applicable.

22. La ventilation des garages est communément assurée au moyen de la régulation de la ventilation selon la demande grâce à des détecteurs de monoxyde de carbone (et dans certains cas des détecteurs d'oxyde d'azote). La partie 8 du CNÉB exige donc que la modélisation du garage dans le bâtiment de référence inclue une installation de ce type sans égard à la stratégie de régulation de la ventilation du bâtiment proposé, de façon qu'aucun crédit ne soit accordé pour un élément de pratique courante.

Système de récupération de la chaleur (article 8.4.4.19.)

23. Sans égard à l'endroit ou à la façon dont l'air est évacué dans le bâtiment proposé, la récupération de la chaleur doit être appliquée à tout l'air d'extraction défini dans le modèle du bâtiment de référence compte tenu de l'exception indiquée au paragraphe 5.2.10.1. 3) du CNÉB.

24. Même si l'air est évacué près d'un bloc thermique dans le bâtiment proposé—ce qui signifie que la récupération de la chaleur contenue dans cet air évacué peut ne pas être possible—il ne doit pas être pris en considération dans le modèle de bâtiment de référence.

Exemple 8-1 – Conception des composants pour un immeuble à bureaux clos et couvert

Un immeuble à bureaux de 33 étages non aménagés qui sera construit à Toronto (Ontario) est en cours de conception. Les locaux à bureaux seront laissés non finis jusqu'à leur location, moment auquel ils seront aménagés en fonction des besoins des locataires. Aux fins de cet exemple, les hypothèses d'aménagement des locataires sont identiques dans le bâtiment proposé et le bâtiment de référence, et sont traitées comme étant minimalement conformes, c'est-à-dire comme satisfaisant aux exigences prescriptives. Pour déterminer la consommation annuelle d'énergie du bâtiment proposé et en démontrer la conformité, des hypothèses relatives aux installations CVCA, à l'enveloppe du bâtiment, à l'éclairage et au chauffage de l'eau sanitaire sont nécessaires comme données d'entrée pour le modèle. Se reporter au tableau suivant.

Hypothèses relatives aux composants du bâtiment utilisées pour la modélisation de l'immeuble à bureaux non aménagé

Composant	Hypothèses relatives au bâtiment proposé	Hypothèses relatives au bâtiment de référence
Enveloppe du bâtiment	Utilisation de la conception du bâtiment proposé. Les éléments de l'enveloppe du bâtiment qui couvrent moins de 5 % de l'aire totale de ce type d'élément peuvent être combinés avec les éléments de même orientation et de performance thermique similaire (paragraphe 8.4.3.1. 6) du CNÉB).	Utilisation des niveaux de performance prescriptifs spécifiés à la section 3.2. du CNÉB.
	Détermination du coefficient de gain solaire, de l'absorptance solaire et des fuites d'air conformément à l'article 8.4.3.3. du CNÉB.	Utilisation des mêmes valeurs d'absorptance solaire que pour les éléments du bâtiment proposé, à l'exception d'un coefficient de 0,7 pour les toits (paragraphes 8.4.4.3. 1) et 2) du CNÉB). Si le rapport entre l'aire totale du fenêtrage vertical et des portes et l'aire brute des murs (FDWR) et l'aire des lanterneaux est différent des valeurs maximales prescriptives précisées à l'article 3.2.1.4. du CNÉB, rajustement de la valeur de FDWR et de l'aire des lanterneaux proportionnellement le long de chaque orientation jusqu'à ce qu'elles soient conformes à cet article (voir le paragraphe 8.4.4.3. 3) du CNÉB).

Exemple 8-1 – Conception des composants pour un immeuble à bureaux clos et couvert (suite)

Hypothèses relatives aux composants du bâtiment utilisées pour la modélisation de l'immeuble à bureaux non aménagé (suite)

Composant	Hypothèses relatives au bâtiment proposé	Hypothèses relatives au bâtiment de référence
Éclairage	Utilisation de la méthode de l'aire du bâtiment précisée à l'article 4.2.1.5. du CNÉB pour déterminer la densité de puissance d'éclairage (LPD) (8,8 W/m^2 pour les espaces des locataires dans cet exemple) (voir la note A-4.2.1.3. du CNÉB).	Utilisation de la même LPD que pour le bâtiment proposé pour les aires des locataires.
	Puisque la même valeur de LPD est utilisée pour les espaces des locataires dans la conception tant du bâtiment proposé que du bâtiment de référence, aucun crédit n'est disponible pour les réductions de puissance lumineuse dans les espaces des locataires.	La méthode de l'aire du bâtiment ne tient pas compte de l'éclairage des aires de travail et de la configuration des pièces à l'intérieur d'un immeuble à bureaux.
CVCA	Si les zones CVCA dans les aires des locataires n'ont pas encore été conçues, des zones CVCA multiples peuvent être combinées de manière à créer un bloc thermique unique (voir l'article 1.4.1.2. de la division A du CNÉB pour la définition de ce terme). Toutefois, les blocs thermiques dans les espaces intérieurs et les espaces périphériques ne peuvent pas être combinés (par « espace périphérique » il faut entendre l'espace s'étendant vers l'intérieur sur une distance d'environ 4,6 m à partir du mur extérieur).	Utilisation des mêmes types d'installation de chauffage et de refroidissement que pour la conception proposée. Les charges sont différentes en raison des différences dans l'enveloppe du bâtiment. Le découpage en zones CVCA doit être identique à la conception proposée du point de vue des aires de plancher, de la superficie totale de l'enveloppe par orientation, et des aires des éléments internes. Toutefois, l'aire du fenêtrage, des portes et des lanterneaux par orientation sera différente par rapport à celle du bâtiment proposé car elle doit être conforme à l'article 3.2.1.4. du CNÉB.
	Tous les blocs thermiques sont réputés être chauffés et refroidis, même si les systèmes prévus ne sont pas encore installés (paragraphe 8.4.3.1. 4) du CNÉB).	Choix de l'installation CVCA appropriée au moyen du tableau 8.4.4.7.-A du CNÉB (dans cet exemple, il s'agit d'une installation à blocs autonomes multizone avec plinthes chauffantes). Les plinthes chauffantes doivent être alimentées par la même source d'énergie que dans la conception proposée.
	Utilisation des charges par défaut applicables pour la densité d'occupation, la charge de pointe aux prises de courant et le chauffage de l'eau sanitaire, tirées du tableau A-8.4.3.2. 2)-A. du CNÉB et de l'horaire d'exploitation par défaut applicable tiré de la note A-8.4.3.2. 1) du CNÉB (dans cet exemple, le tableau A-8.4.3.2. 1)-A. du CNÉB représente le mieux le type de bâtiment).	Utilisation du même horaire d'exploitation par défaut et des mêmes charges par défaut que pour la conception proposée.
		Les exigences minimales touchant l'air extérieur sont basées sur les exigences minimales dictées par les normes applicables.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 8-1 – Conception des composants pour un immeuble à bureaux clos et couvert (suite)

Hypothèses relatives aux composants du bâtiment utilisées pour la modélisation de l'immeuble à bureaux non aménagé (suite)

Composant	Hypothèses relatives au bâtiment proposé	Hypothèses relatives au bâtiment de référence
CVCA (suite)		Application des mêmes coefficients de surdimensionnement aux appareils de chauffage et de refroidissement qu'aux appareils dans le bâtiment proposé (voir l'article 8.4.4.8. du CNÉB). Toutefois, si le coefficient de surdimensionnement de l'appareil de chauffage dans le bâtiment proposé dépasse 30 %, surdimensionnement de l'appareil de chauffage dans le bâtiment de référence de 30 % et si le coefficient de surdimensionnement de l'appareil de refroidissement dans le bâtiment proposé dépasse 10 %, surdimensionnement de l'appareil de refroidissement dans le bâtiment de référence de 10 %. Calcul de la charge de la section de traitement de l'air dans chaque bloc thermique pour les installations de chauffage, de réchauffage, de refroidissement et de refroidissement additionnel, des capacités des installations de chauffage et de refroidissement des espaces, des débits d'air des sections de traitement de l'air pour les installations d'alimentation et de reprise d'air, et des exigences en air extérieur pour le refroidissement au moyen d'air extérieur. Calcul de la chaleur sensible disponible dans le système d'extraction d'air en additionnant toutes les capacités nominales des systèmes d'extraction d'air tout en supposant une température de l'air d'extraction de 20 ˚C (avant récupération de la chaleur) (voir l'article 5.2.10.1. du CNÉB).
Eau chaude sanitaire	Puisque les charges des locataires et les horaires d'exploitation sont inconnus, utilisation des charges par défaut pour les bureaux tirées du tableau A-8.4.3.2. 2)-A. du CNÉB et de l'horaire d'exploitation par défaut applicable tiré de la note A-8.4.3.2. 1) du CNÉB.	Utilisation des charges par défaut pour les bureaux tirées du tableau A-8.4.3.2. 2)-A. du CNÉB et de l'horaire d'exploitation par défaut applicable tiré de la note A-8.4.3.2. 1) du CNÉB pour le calcul du nombre d'occupants et de la charge de chauffage de l'eau sanitaire. L'appareil de chauffage de l'eau sanitaire utilise la ou les mêmes sources d'énergie et le même type d'équipement que le bâtiment proposé, et est conforme aux normes de performance applicables mentionnées dans le tableau 6.2.2.1. du CNÉB, en supposant qu'aucune des exceptions aux paragraphes 8.4.4.20. 2) à 4) du CNÉB ne s'applique.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 8-2 – Conception des composants pour un entrepôt semi-chauffé

Un entrepôt de 4600 m² de superficie et de 7,3 m de hauteur qui est semi-chauffé à 7 ˚C est en cours de conception en vue de sa construction à Edmonton (Alberta). Le propriétaire a demandé que les premiers 3 m des murs soient faits d'éléments de maçonnerie en béton résistant aux dommages par les chariots élévateurs à fourche et que la portion supérieure des murs soit faite de tôle d'acier sur une ossature d'acier. Le fenêtrage vertical et les portes représentent 6 %, respectivement, de la conception proposée. Le toit plat est fait d'un platelage en tôle isolé au moyen de mousse rigide d'isocyanuarate et revêtu d'une membrane à une épaisseur fixée en place. Un bureau chauffé à un étage de 72 m² de superficie est situé à une extrémité du bâtiment. Étant donné que les aires faites d'éléments de maçonnerie en béton ne satisfont pas aux exigences de performance prescriptives et que les murs en acier ne permettent pas de rajustements de la performance au moyen de solutions de remplacement, le concepteur a décidé de démontrer la conformité au moyen de la méthode de conformité par la performance énergétique. Ce bâtiment semi-chauffé proposé est autorisé à satisfaire à des exigences moins rigoureuses relativement à l'enveloppe du bâtiment si sa consommation annuelle d'énergie est égale ou inférieure à la consommation cible d'énergie du bâtiment de référence, lequel utilise une température seuil de 18 ˚C. Pour déterminer la consommation annuelle d'énergie du bâtiment proposé et en démontrer la conformité, des hypothèses relatives aux installations CVCA, à l'enveloppe du bâtiment, à l'éclairage et au chauffage de l'eau sanitaire sont nécessaires comme données d'entrée pour le modèle. Voir le tableau suivant.

Hypothèses relatives aux composants du bâtiment utilisées pour la modélisation de l'entrepôt semi-chauffé

Composant	Hypothèses relatives au bâtiment proposé	Hypothèses relatives au bâtiment de référence
Enveloppe du bâtiment	Utilisation de la conception du bâtiment proposé. Les éléments de l'enveloppe du bâtiment qui couvrent moins de 5 % de l'aire totale de ce type d'élément peuvent être combinés avec les éléments de même orientation et de performance thermique similaire (paragraphe 8.4.3.1. 6) du CNÉB).	Utilisation des niveaux de performance prescriptifs spécifiés à la section 3.2. du CNÉB pour toutes les aires de mur et de toit.
	Détermination du coefficient de gain solaire, de l'absorptance solaire et des fuites d'air conformément à l'article 8.4.3.3. du CNÉB.	Utilisation des mêmes valeurs d'absorptance solaire que pour les éléments du bâtiment proposé à l'exception d'un coefficient de 0,7 pour les toits (paragraphes 8.4.4.3. 1) et 2) du CNÉB). Rajustement de l'aire des fenêtres et des portes, et de l'aire des lanterneaux proportionnellement le long de chaque orientation jusqu'à ce que ces éléments soient conformes à la valeur de FDWR précisée à l'article 3.2.1.4. du CNÉB (voir le paragraphe 8.4.4.3. 3) du CNÉB).
Éclairage	Utilisation de l'horaire d'exploitation réel ou de l'horaire d'exploitation par défaut du bâtiment proposé pour l'éclairage de l'entrepôt déterminé à partir du tableau A-8.4.3.2. 1)-A. du CNÉB (dans cet exemple, le tableau A-8.4.3.2. 1)-A. du CNÉB représente le mieux le type de bâtiment).	Utilisation du même horaire d'exploitation que pour le bâtiment proposé.
	Utilisation de la densité de puissance d'éclairage (LPD) de la conception proposée ou utilisation de la valeur par défaut de LPD pour les espaces de l'entrepôt énumérés au tableau 4.2.1.5. du CNÉB (7,1 W/m²) dans les modèles tant du bâtiment proposé que du bâtiment de référence (voir la note A-4.2.1.3. du CNÉB).	Utilisation de la valeur par défaut de LPD pour les espaces de l'entrepôt énumérés au tableau 4.2.1.5. du CNÉB (7,1 W/m²).
CVCA	Utilisation des charges et de l'horaire d'exploitation proposés réels, et d'une température de fonctionnement seuil de l'installation de chauffage de 7 ˚C. L'installation CVCA spécifiée est un générateur de chaleur suspendu.	La température seuil de l'installation de chauffage de l'entrepôt semi-chauffé de référence est de 18 ˚C (voir le paragraphe 8.4.4.2. 3) du CNÉB). Utilisation du même horaire d'exploitation que pour le bâtiment proposé.

Exemple 8-2 – Conception des composants pour un entrepôt semi-chauffé (suite)

Hypothèses relatives aux composants du bâtiment utilisées pour la modélisation de l'entrepôt semi-chauffé (suite)

Composant	Hypothèses relatives au bâtiment proposé	Hypothèses relatives au bâtiment de référence
CVCA (suite)	Si les charges et l'horaire réels ne sont pas connus, utilisation des charges par défaut applicables pour les entrepôts tirées du tableau A-8.4.3.2. 2)-A. du CNÉB (1500 m^2 par occupant) et de l'horaire d'exploitation par défaut applicable tiré de la note A-8.4.3.2. 1) du CNÉB (dans cet exemple, le tableau A-8.4.3.2. 1)-A) s'applique le mieux).	Utilisation du même horaire d'exploitation et des mêmes charges par défaut que pour la conception proposée. Détermination de l'installation CVCA appropriée au moyen du tableau 8.4.4.7.-A. du CNÉB (dans cet exemple, l'installation appropriée est une unité d'air d'appoint monozone avec plinthes chauffantes). La performance de l'installation CVCA doit satisfaire aux exigences prescriptives du tableau 5.2.12.1. du CNÉB. Application des mêmes coefficients de surdimensionnement aux appareils de chauffage et de refroidissement qu'aux appareils dans le bâtiment proposé (voir l'article 8.4.4.8.) du CNÉB). Toutefois, si le coefficient de surdimensionnement de l'appareil de chauffage dans le bâtiment proposé dépasse 30 %, surdimensionnement de l'appareil de chauffage dans le bâtiment de référence de 30 %, et si le coefficient de surdimensionnement de l'appareil de refroidissement dans le bâtiment proposé dépasse 10 %, surdimensionnement de l'appareil de refroidissement dans le bâtiment de référence de 10 %.
	Les générateurs de chaleur suspendus conformes à la norme ANSI Z83.8/CSA 2.6 ont des conduits d'air de combustion et d'air d'évacuation distincts traversant verticalement le toit ou horizontalement un mur. Les générateurs de chaleur ne fournissent pas d'air extérieur pour répondre aux exigences de ventilation à l'aide d'air extérieur. Dans la norme ANSI/ASHRAE 62.1, le débit d'air extérieur minimal pour un entrepôt est de 0,3 L/(s · m^2) (0,06 pi^3/min/pi^2). Une section de traitement de l'air ou une unité d'air d'appoint entièrement alimentées par de l'air extérieur peuvent être utilisées pour satisfaire aux exigences de ventilation de zone.	Le découpage en zones CVCA doit être identique à la conception proposée du point de vue des aires de plancher et des aires internes. Les débits d'air extérieur minimaux pour la ventilation de chaque zone doivent être les mêmes que pour le modèle de bâtiment proposé. Calcul de la charge de la section de traitement de l'air dans chaque bloc thermique pour les installations de chauffage et de réchauffage, de la capacité des installations de chauffage des espaces, et des débits d'air des sections de traitement de l'air pour les installations d'alimentation et de reprise d'air. La puissance des ventilateurs doit être égale à la moins élevée des valeurs suivantes, soit la puissance prévue dans la conception proposée ou la puissance calculée conformément à l'article 8.4.4.17. du CNÉB.
Eau chaude sanitaire	Utilisation de l'horaire d'exploitation, des charges et de l'équipement de chauffage de l'eau sanitaire proposés réels. Si les charges et l'horaire réels ne sont pas connus, utilisation des charges par défaut applicables pour les entrepôts tirées du tableau A-8.4.3.2. 2)-A du CNÉB (1500 m^2 par occupant et charge de chauffage de l'eau sanitaire de 300 W par personne) et de l'horaire d'exploitation par défaut applicable tiré de la note A-8.4.3.2. 1) du CNÉB (dans cet exemple, le tableau A-8.4.3.2. 1)-A s'applique le mieux).	Utilisation de l'horaire d'exploitation et des charges proposés, et de l'équipement de chauffage de l'eau sanitaire qui satisfait aux exigences de performance contenues dans le tableau 6.2.2.1. du CNÉB.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 8-2 – Conception des composants pour un entrepôt semi-chauffé (suite)

Comme il est précisé ci-dessus, le rapport entre l'aire totale du fenêtrage vertical et des portes et l'aire brute des murs (FDWR) pour le bâtiment proposé est de 6 % pour les fenêtres + 6 % pour les portes, pour un rapport décimal de 0,12. Étant donné que l'aire de l'enveloppe du bâtiment est de 2000 m², les aires résultantes des fenêtres et des portes pour le bâtiment proposé sont les suivantes :

Orientation	Bâtiment proposé (FDWR = 0,12 ou 240 m²)	
	Fenêtres (6 %)	Portes (6 %)
Sud	80 m²	20 m² (battantes)
Ouest	40 m²	20 m² (battantes)
Nord	–	80 m² (basculantes)
Est	–	–

Puisque la valeur des degrés-jours de chauffage en-dessous de 18 °C pour l'emplacement du bâtiment (Edmonton (Alberta)) est de 5120 (se reporter au tableau C-1 du CNÉB), le FDWR maximal admissible pour le bâtiment de référence est de 0,325 ((2000 – 0,2 · 5120)/3000) (se reporter au paragraphe 3.2.1.4. 1) du CNÉB). Comme l'indique le paragraphe 8.4.4.3. 3) du CNÉB, le FDWR du bâtiment de référence doit être rajusté proportionellement le long de chaque orientation. Les aires individuelles de fenêtrage et des portes le long de chaque orientation du bâtiment de référence sont obtenues en multipliant les aires de fenêtrage et des portes du bâtiment proposé par un coefficient de pondération calculé comme suit :

$$\text{Coefficient de pondération} = \frac{\text{FDWR}_{\text{maximum allowable}}}{\text{FDWR}_{\text{proposed design}}} = \frac{0,325}{0,12} = 2,7$$

Les aires résultantes des fenêtres et portes pour le bâtiment de référence sont les suivantes :

Orientation	Bâtiment de référence (FDWR = 0,325 ou 648 m²)	
	Fenêtres (16,2 %)	Portes (16,2 %)
Sud	216 m² (10,8 %)	54 m² (battantes) (2,7 %)
Ouest	108 m² (5,4 %)	54 m² (battantes) (2,7 %)
Nord	–	216 m² (basculantes) (10,8 %)
Est	–	–

Le FWDR du bâtiment de référence peut être rajusté au moyen de la même approche que celle utilisée lorsque le FDWR du bâtiment proposé est supérieur à celui permis par le paragraphe 3.2.1.4. 1) du CNÉB.

Dans cet exemple, étant donné que le FDWR du bâtiment proposé est inférieur à celui permis par le paragraphe 3.2.1.4. 1) du CNÉB, le bâtiment proposé se voit attribuer un crédit de consommation énergétique qui peut être appliqué au calcul d'autres éléments ou installations du bâtiment.

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Exemple 8-3 – Conception CVCA pour ajout à un hôpital

Cinq étages au-dessus du niveau moyen du sol et une salle de commande hors toit, plus deux étages au-dessus du niveau moyen du sol, sont ajoutés à un hôpital. Les deux ajouts ont un étage sous le niveau moyen du sol. Le tableau ci-dessous énumère les types d'espace proposés dans l'ajout ainsi que les installations CVCA qui doivent être mises en place pour desservir ces espaces. Les installations CVCA de référence à utiliser dans les calculs des modèles de consommation énergétique sont indiquées dans la dernière colonne; elles sont basées sur les installations CVCA recommandées dans le tableau 8.4.4.7.-A du CNÉB pour les types d'espace qui sont identiques ou similaires aux types d'espace pour l'ajout proposé.

Hypothèses relatives à la conception des installations CVCA pour un ajout à un hôpital

Type d'espace	Conception CVCA du bâtiment proposé[1]	Conception CVCA du bâtiment de référence basée sur le tableau 8.4.4.7.-A du CNÉB[1]
Salle de commande hors toit/bureau (occupation intermittente)	Local desservi par une plinthe chauffante avec ventilateur d'extraction commandé thermostatiquement pour l'élimination de la chaleur excessive, au besoin. Aucun refroidissement mécanique requis.	Si le local est considéré comme une salle de commande mécanique/électrique, choisir l'installation 1 (AC avec plinthes chauffantes) et régler la capacité de refroidissement à 0 kW. Si le local est considéré comme un bureau, choisir l'installation 3 (RTU SZ) et régler la capacité de refroidissement à 0 kW (sans refroidissement mécanique).
Quatre étages supérieurs de l'ajout de cinq étages plus étage supérieur de l'ajout de deux étages : chambres du service d'oncologie, chambres de soins de longue durée, un certain nombre de chambres de réveil	Les deux ajouts sont desservis par la même installation CVCA multizone : boîtes VAV à deux conduits avec ventilateur double commandé par des détecteurs d'occupation, et ventilo-convecteurs pour le chauffage et le refroidissement du périmètre.	Comme le cas proposé, la sélection de l'installation de référence est basée sur le type d'espace, et non sur le nombre d'étages. Si ces locaux sont considérés comme des chambres de patient/réveil, choisir l'installation 3 (RTU SZ). Des espaces multiples peuvent être combinés de façon à former des zones comme dans le cas de la conception proposée.
Rez-de-chaussée des ajouts de 5 et 2 étages : bureaux, hall d'entrée, cafétéria, gymnase, aire de détente, et salles de dialyse et de physiothérapie	Le chauffage des espaces est assuré par un système hydronique et le refroidissement est assuré par une section de traitement de l'air à VAV avec refroidisseur à eau réfrigérée.	Désigner le gymnase, le bureau, l'aire de détente et le hall comme aires générales et choisir l'installation 3 pour 2 étages au plus (RTU SZ). Désigner l'aire de dialyse, la cafétéria et l'aire de physiothérapie comme aires de réunion polyvalentes et choisir l'installation 6 pour plus de 4 étages (installation VAV multizone). Dans cet exemple, les installations de chauffage et de refroidissement des espaces sont les mêmes que pour la conception proposée.
Rez-de-chaussée de l'ajout à 5 étages :		
Type d'espace A : salles de thérapie vapeur/spa/sauna/piscine, et vestiaires ainsi que les salles de toilettes attenantes	A est desservi par un appareil de chauffage spécifique (mini-chaudière avec préchauffage partiel à l'énergie solaire pour la piscine); l'aire de la piscine n'est pas climatisée.	Désigner A comme aire générale et choisir l'installation 3 (unité de toit monozone (RTU SZ)); l'aire de la piscine n'est pas climatisée.
Type d'espace B : aire de préparation d'aliments/repas (pas une cuisine principale) et salle de recyclage des déchets	B est desservi par un aérorefroidisseur spécifique pour le stockage des aliments et le refroidissement de l'espace; les deux zones sont desservies par une MUA spécifique.	Désigner B comme aire de préparation d'aliments et choisir l'installation 4 (MUA SZ) (réunir les deux zones en une zone unique pour pouvoir utiliser l'installation 4).
Type d'espace C : 2 séries de salles de bains	C (les deux séries) est desservi par une MUA desservant deux zones non adjacentes.	Désigner C comme aire générale et choisir l'installation 3 (RTU SZ) (réunir les deux zones en une zone unique pour pouvoir utiliser l'installation 3).

Exemple 8-3 – Conception CVCA pour ajout à un hôpital (suite)

Hypothèses relatives à la conception des installations CVCA pour un ajout à un hôpital (suite)

Type d'espace	Conception CVCA du bâtiment proposé[1]	Conception CVCA du bâtiment de référence basée sur le tableau 8.4.4.7.-A du CNÉB[1]
Sous-sol de l'ajout à 5 étages :	Chacune des 4 aires est dotée d'une AHU spécifique. Les aires pour IRM et rayons X ne sont pas chauffées, mais sont refroidies au moyen d'unités à eau réfrigérée spécifiques. La chaleur résiduelle provenant de l'équipement est recueillie au moyen d'un échangeur de chaleur au glycol et acheminée par des tuyaux au local technique adjacent pour servir de complément au chauffage par ventilo-convecteurs.	
Type d'espace A : aires IRM	Refroidissement pour A > 20 kW.	Désigner A comme centre de données et, en fonction de la charge de refroidissement de la conception proposée, choisir l'installation 2 (ventilo-convecteur à quatre tuyaux avec MUA).
Type d'espace B : aire de diagnostic par rayons X	Refroidissement pour B < 20 kW.	Désigner B comme centre de données et, en fonction de la charge de refroidissement de la conception proposée, choisir l'installation 1 (AC avec MUA à volume constant)
Type d'espace C : quatre salles de préparation chirurgicale	C est desservi par une MUA unique.	Désigner C comme aire d'hôpital et choisir l'installation 3 (RTU SZ).
Type d'espace D : aires d'entretien (mécanique/électrique/entre-posage/entretien ménager)	D est desservi par une MUA unique.	Désigner D comme aire d'entrepôt et choisir l'installation 4 (MUA SZ).
Sous-sol et rez-de-chaussée de l'ajout à 2 étages : 4 unités de soins intensifs, 10 salles de réveil, 6 salles de chirurgie	La conception utilise une MUA à zones multiples avec commandes de distribution d'air spécifiques pour chaque salle. Lorsque le local est inoccupé, le débit de la MUA est réduit. L'installation multizone se comporte comme une installation monozone assurant la régulation de la chaleur et du refroidissement fournis à chaque local.	Désigner comme aire d'hôpital et choisir l'installation 3 (RTU SZ). Si la conception proposée est modélisée comme une installation monozone pour chaque local, chaque zone de local dans la conception de référence est modélisée avec une RTU SZ séparée. Si la conception proposée est modélisée comme une grande zone unique, la conception de référence est alors modélisée comme une grande zone unique utilisant l'installation 3 (RTU SZ).

[1] Les abréviations utilisées dans le tableau ont les significations suivantes :
AC = conditionneur d'air
AHU = section de traitement de l'air
MUA = unité d'air d'appoint
RTU = installation en toiture
SZ = monozone
VAV = volume d'air variable

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Copyright © NRC 1941 - 2021World Rights Reserved © CNRC 1941-2021 Droits réservés pour tous pays

Tableau des équivalences métriques et anglaises

Unités métriques	Unités anglaises	Pour convertir des unités métriques en unités anglaises, multiplier par	Pour convertir des unités anglaises en unités métriques, multiplier par
Température			
°C	°F	1,8 et ajouter 32	soustraire 32 et diviser par 1,8
Longueur			
mm	po	0,03937	25,4
cm	po	0,3937	2,54
m	pi	3,281	0,3048
Aire			
mm^2	po^2	0,00155	645,16
cm^2	po^2	0,155	6,4516
m^2	pi^2	10,76	0,092903
Volume			
cm^3	po^3	0,061	16,3871
m^3	pi^3	35,31	0,02832
L	gal. (imp.)	0,22	4,55
L	gal. (US)	0,2642	3,785
Débit			
L/s	pi^3/min	2,11889	0,471947
L/min	pi^3/min	0,0353	28,329
m^3/h	pi^3/min	0,5886	1,699
Puissance			
W	Btu/h	3,413	0,2930711
Écoulement thermique			
W/m^2	Btu/h · pi^2	0,317	3,154591
Coefficient de transmission thermique globale (coefficient U)			
$W/m^2 \cdot K$	Btu/h · pi^2 · °F	0,17612	5,678263
W/m^2 · °C	Btu/h · pi^2 · °F	0,17612	5,678263
Résistance thermique			
m^2 · °C/W (RSI)	pi^2 · h · °F/Btu (R)	5,678	0,17611
Conductivité thermique, k			
W/m · K	Btu · po/h · pi^2 · °F	6,93347	0,1442279
W/m^2 · °C (par m d'épaisseur)	Btu · pi/h · pi^2 · °F	0,5777	1,731
W/m^2 · °C (par m d'épaisseur)	Btu · po/h · pi^2 · °F	6,9444	0,144
Pression			
Pa	po d'eau	0,004014	249
kPa	lb/po^2	0,145	6,895
kPa	lb/pi^2	20,88	0,04788
Énergie			
MJ	kWh	0,278	3,6
J	Btu	0,0009478	1055,056