1. -----IND- 2017 0071 FIN FR- ------ 20200831 --- --- FINAL

Décret du ministère de l’environnement

relatif à l’efficacité énergétique des bâtiments neufs

Conformément à la décision du ministère de l’environnement, il est établi en vertu de l’article 117 g, paragraphe 4, de l’article 131, paragraphe 2,et de l’article 150 f, paragraphe 4, de la loi (132/1999) relative à l’utilisation des sols et à la construction, tels qu’ils apparaissent à l’article 117 g, paragraphe 4, de la loi 1151/2016, à l’article 131, paragraphe 2 de la loi 41/2014, ainsi qu’à l’article 150 f, paragraphe 4, de la loi 41/2014:

Chapitre 1

Généralités

Article premier

Champ d’application

Le présent décret concerne la conception et la construction de bâtiments neufs utilisant de l’énergie pour le maintien de leur climat intérieur et composés d’une structure couverte murée. Le décret concerne également l’agrandissement des bâtiments et l’augmentation de l’espace comptabilisé dans la surface au sol. Le décret ne concerne l’agrandissement de bâtiments de moins de 50 mètres carrés de surface au sol que si le bâtiment agrandi dépasse 50 mètres carrés.

Article 2

Définitions

On entend dans le présent décret par:

1) *quantité de chaleur nécessitée par le chauffage de la ventilation* la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer la température de l’air de la ventilation de la température extérieure à la température intérieure;

2) *besoin net d’énergie de chauffage de la ventilation* le besoin en énergie de chauffage, comprenant le chauffage de l’air jusqu’à la température d’arrivée après la capture de chaleur et l’éventuel chauffage avant la capture de chaleur;

3) *rendement annuel de capture de chaleur de l’air expulsé par la ventilation* le rapport de la quantité de chaleur capturée par l’appareil de capture de chaleur et de la quantité de chaleur exploitée sur la quantité de chaleur nécessitée par le chauffage de la ventilation, par an, quand il n’y a pas de capture de chaleur;

4) *puissance électrique propre du système de ventilation* [kW/(m3/s)] la puissance électrique totale prise sur le réseau électrique de toutes les souffleries du système de ventilation du bâtiment, de leurs modulateurs de fréquence et de tous les appareils de réglage de chaleur, divisée par le flux d’air expulsé ou par le flux d’air extérieur de la durée d’utilisation prévue du système de ventilation, selon celui des deux flux qui est le plus élevé;

5) *consommation d’énergie électrique du système de ventilation* la consommation électrique des souffleries et des éventuels appareils auxiliaires;

6) *déperdition d’air* q50 [m3/(h m2)] le flux de déperdition d’air horaire moyen d’une enveloppe de bâtiment pour un différentiel de pression de 50 Pa, en incluant les dimensions intérieures totales du bâtiment, en fonction de la surface au sol de la enveloppe du bâtiment;

7) *espace froid à refroidir* un espace où l’on maintient toute l’année une température inférieure à 17 degrés Celsius conforme à l’usage prévu, et ce à l’aide d’un système de refroidissement et d’un éventuel système de chauffage;

8) *consommation d’énergie du système de refroidissement* la consommation d’énergie de la production d’énergie de refroidissement et la consommation électrique des appareils auxiliaires;

9) *chauffage urbain* la chaleur fournie par le réseau de distribution au bien immobilier client;

10) *pont de froid* un affaiblissement du coefficient de pénétration de chaleur dans une petite partie d’un élément de construction, pour des raisons liées à la solidité ou aux joints des structures;

11) *surface nette chauffée* Anetto (m2) la somme des surfaces au sol chauffées, en incluant les surfaces internes des cloisons extérieures entourant les sols;

12) *espace non chauffé* un espace qui n’est pas destiné à être habité pendant la période de chauffage, et qu’on ne prévoit pas de chauffer;

13) *besoin net d’énergie de chauffage* le besoin net total des énergies de chauffage des espaces, de la ventilation et de l’eau chaude;

14) *consommation d’énergie du système de chauffage* la consommation d’énergie des espaces, de la ventilation et de l’eau chaude;

15) *coefficient de pénétration de chaleur* la densité du flux de chaleur qui dans un espace continu traverse une partie de bâtiment quand la différence de température entre les espaces aériens qui se trouvent en divers points de cette partie de bâtiment est de l’ordre d’une unité, et dont le symbole est U et l’unité le W/(m2K);

16) *espace chaud* un espace du bâtiment dont la température intérieure est +17 degrés Celsius ou plus;

17) *besoin net en énergie de chauffage de l’eau chaude* le besoin en énergie de chauffage utilisée pour le chauffage de l’eau chaude depuis la température de l’eau froide jusqu’à la température de l’eau chaude;

18) *bâtiment en bois massif* un bâtiment dont le matériau de construction principal des cloisons extérieures est une structure en bois massif dont l’épaisseur structurelle moyenne est d’au moins 180 mm;

19) *espace semi-chaud* un espace qui n’est pas destiné à être habité en utilisant uniquement des vêtements d’intérieur ordinaires, et dont la température en période de chauffage est en moyenne d’au moins +5 degrés Celsius mais inférieure à +17 degrés Celsius;

20) *consommation d’énergie achetée théorique du bâtiment* la consommation d’énergie en fonction de l’usage établi du bâtiment, calculée comme devant être fournie au bâtiment par le réseau de distribution électrique, le réseau de chauffage urbain, le réseau de refroidissement à distance ou par l’énergie contenue dans une énergie renouvelable ou fossile;

21) *enveloppe de bâtiment* les éléments de bâtiment qui séparent de l’air extérieur, du sol terrestre ou d’un espace non chauffé un espace chaud, semi-chaud, particulièrement chaud ou froid à refroidir;

22) *déperdition de chaleur de référence du bâtiment* la déperdition de chaleur théorique calculée avec les valeurs de référence de l’enveloppe de bâtiment, de la perte d’air et de la ventilation;

23) *bâtiment déplaçable* un bâtiment mobile destiné à une utilisation temporaire;

24) *solution de conception* le projet qu’il est prévu de mettre en œuvre pour le bâtiment;

25) *carburant renouvelable* du bois ou du carburant à base de bois ou tout carburant bio, mais pas la tourbe;

26) *ventilation conforme aux besoins* un système grâce auquel les flux d’air peuvent être guidés en fonction de la contrainte ou de la qualité de l’air, selon la situation d’utilisation;

27) *énergie obtenue à partir de l’énergie disponible dans l’environnement* l’énergie calorifique ou électrique produite avec un appareil appartenant au bâtiment, sur place ou à proximité, à partir du vent, de la terre, de l’air ou de l’eau.

Article 3

Exigences minimales sur l’efficacité énergétique d’un bâtiment

L’architecte en chef, l’architecte spécialiste et l’architecte en charge de la construction doivent, conformément à leurs missions, veiller à la conception du bâtiment de telle sorte qu’il soit, conformément à son usage prévu:

1) du point de vue de l’efficacité énergétique, conforme soit au chiffre de référence de l’efficacité énergétique théorique (*chiffre E*), soit à l’efficacité énergétique structurelle;

2) propre à créer les conditions d’un besoin en énergie limité du point de vue de la déperdition de chaleur du bâtiment;

3) efficace énergétiquement du point de vue de la température intérieure théorique estivale, du dimensionnement de la consommation d’énergie, du besoin en puissance calorifique et électrique ainsi que du point de vue de la puissance électrique propre du système de ventilation lors de l’utilisation d’un système de ventilation mécanique.

Chapitre 2

Efficacité énergétique

Article 4

Niveaux d’exigence pour le chiffre de référence de l’efficacité énergétique théorique, par catégories d’usage

Le chiffre de référence de l’efficacité énergétique théorique (*chiffre E*), dont l’unité est en kWhE/(m2 a), est la consommation d’énergie achetée théorique du bâtiment, pondérée par les coefficients des types d’énergie, en fonction de la surface nette chauffée du bâtiment et par an. Le chiffre E, calculé en fonction de la catégorie d’usage du bâtiment, ne doit pas dépasser les valeurs limites suivantes:

|  |  |
| --- | --- |
| Catégorie d’usage | Valeur limite du chiffre E  kWhE/(m2 a) |
| Catégorie 1) Petits bâtiments d’habitation:  a) Petite maison isolée et bâtiment faisant partie d’une chaîne de maisons, dont la surface nette chauffée (Anet) est comprise entre 50 et 150 m2  b) Petite maison isolée et bâtiment faisant partie d’une chaîne de maisons, dont la surface nette chauffée (Anet) est supérieure à 150 m2 mais inférieure à 600 m2  c) Petite maison isolée et bâtiment faisant partie d’une chaîne de maisons, dont la surface nette chauffée (Anetto) est supérieure à 600 m2  d) Maison en bande et maison à étages, avec deux étages d’habitation maximum | 200–0,6 Anet  116-0,04 Anet  92  105 |
| Catégorie 2) Maison à étages, avec au moins trois étages d’habitation | 90 |
| Catégorie 3) Bâtiment de bureaux, centre de santé | 100 |
| Catégorie 4) Bâtiment commercial, grande surface, galerie commerciale, centre commercial hormis épicerie de moins de 2000 m2, halle commerciale, théâtre, opéra, centre de concerts et de congrès, cinéma, bibliothèque, archives, musée, galerie d’art, centre d’expositions | 135 |
| Catégorie 5) Bâtiment d’hébergement, hôtel, résidence, centre de services, maison de retraite, centre de soins | 160 |
| Catégorie 6) Bâtiment d’enseignement et crèche | 100 |
| Catégorie 7) Stade, hormis piscine et patinoire | 100 |
| Catégorie 8) Hôpital | 320 |
| Catégorie 9) Autres bâtiments, entrepôts, bâtiment consacré aux transports, piscine, patinoire, épicerie de moins de 2 000 m2, bâtiment déplaçable | pas de valeur limite |

Dans un bâtiment de catégorie d’usage 6 dont la surface nette chauffée est de 1 000 mètres carrés maximum, la valeur limite du chiffre E présentée au paragraphe 1 ci-dessus peut être dépassée de 5 kWhE/(m2 a).

Dans un bâtiment en bois massif, les valeurs limites du chiffre E présentées aux paragraphes 1 et 2 ci-dessus peuvent être dépassées de 20 % dans un bâtiment de catégorie d’usage 1a, de 15 % dans un bâtiment 1b ou 1c, et de 10 % dans un bâtiment de catégorie 1d à 8.

Dans un bâtiment de catégorie d’usage 1d, la valeur limite du chiffre E présentée aux paragraphes 1 et 3 ci-dessus peut être dépassée de 5 kWhE/(m2 a), quand le bâtiment est relié à un système de chauffage où la chaleur est acheminée depuis un échangeur de chaleur commun ou depuis un appareil de production de chaleur vers trois bâtiments ou plus par des conduits extérieurs au bâtiment.

Le chiffre E de tout bâtiment conforme à la catégorie d’usage 9 doit être calculé. Le calcul doit faire intervenir les valeurs de conception.

La valeur limite fixée pour le chiffre E ne s’applique pas:

1) à la construction d’un appartement dans le grenier d’une maison à étages;

2) à l’agrandissement d’un bâtiment conforme à la catégorie d’usage 1 ni à l’ajout d’un espace intervenant dans le calcul de la surface au sol d’un tel bâtiment;

3) à l’agrandissement d’un bâtiment conforme à une autre catégorie d’usage ou à l’ajout d’un espace intervenant dans le calcul de la surface au sol d’un tel bâtiment, où il est possible, au moment de concevoir la ventilation ou le chauffage, d’utiliser le système de ventilation ou de chauffage déjà présent;

4) à une petite maison conçue pour un usage vacancier.

Article 5

Parties de bâtiment relevant de différentes catégories d’usage

Il convient d’appliquer à des parties de bâtiment relevant de différentes catégories d’usage les valeurs limites du chiffre E conformes à chaque partie. Si la surface nette chauffée d’une partie de bâtiment est inférieure à 10 % de la surface nette chauffée totale du bâtiment ou si la surface nette chauffée de cette partie du bâtiment est inférieure à 50 mètres carrés, on peut considérer que cette partie du bâtiment relève de la catégorie d’usage la plus élevée pour sa surface.

Article 6

Consommation d’énergie achetée théorique du bâtiment

La consommation d’énergie achetée théorique du bâtiment, en fonction de l’usage établi, se compose de la consommation des systèmes de chauffage, systèmes de ventilation et systèmes de refroidissement, ainsi que de leurs appareils auxiliaires, des appareils consommateurs et de l’éclairage, consommation organisée par type d’énergie, et dont on a soustrait l’énergie prélevée sur l’énergie qui se trouve dans l’environnement par les appareils appartenant au bâtiment, dès lors que cette énergie a été utilisée dans le bâtiment pour couvrir la consommation énergétique fondée sur l’usage établi du bâtiment.

L’exploitation de l’énergie prélevée sur l’énergie qui se trouve dans l’environnement par les appareils appartenant au bâtiment doit être calculée par mois ou par périodes plus courtes.

Article 7

Calcul du chiffre E

Le chiffre E doit être calculé à partir de la consommation d’énergie achetée théorique du bâtiment, avec distinction par type d’énergie, en utilisant les coefficients des types d’énergie, selon une formule:



où:

E est le chiffre de référence de l’efficacité énergétique, kWhE/(m2 a);

Qchauffageurbain est la consommation annuelle de chauffage urbain, kWh/a;

Qrefroidissementàdistance est la consommation annuelle de refroidissement à distance, kWh/a;

Qcarburant,i est la consommation annuelle d’énergie contenue dans le carburant i, kWh/a;

Wélec est la consommation annuelle d’électricité, en soustrayant l’énergie prélevée sur l’énergie qui se trouve dans l’environnement par les appareils appartenant au bâtiment, dès lors que cette énergie a été utilisée dans le bâtiment pour couvrir la consommation énergétique fondée sur l’usage établi du bâtiment, kWh/a;

fchauffageurbain est le coefficient du type d’énergie du chauffage urbain;

frefroidissementàdistance est le coefficient du type d’énergie du refroidissement à distance;

fcarburant,i est le coefficient du type d’énergie du carburant i;

félec est le coefficient du type d’énergie de l’électricité;

Anet est la surface nette chauffée du bâtiment, m².

On utilise comme valeurs des coefficients des types d’énergie les valeurs établies en vertu de la loi sur l’usage des sols et sur la construction.

Article 8

Exigences pour la méthode de calcul

Le calcul doit être fait selon une méthode de calcul prenant en compte au moins les facteurs suivants:

1. caractéristiques thermiques des éléments de bâtiment et de leurs joints, étanchéité du bâtiment, flux de la ventilation;
2. température de l’air intérieur;
3. besoin en eau chaude;
4. capture de chaleur de la ventilation;
5. contraintes thermiques dues aux personnes, à l’éclairage,aux équipements électriques, à l’eau chaude et au soleil;
6. besoin en énergie thermique et électrique du système de chauffage des espaces et de la ventilation;
7. besoin en énergie thermique et électrique du système de chauffage de l’eau courante;
8. besoin en énergie électrique du système de ventilation;
9. besoin en énergie électrique des appareils consommateurs et de l’éclairage.

Et dans le cas où l’on prévoit d’adjoindre au bâtiment un capteur solaire, un panneau solaire ou un captage thermique des eaux usées:

1. production thermique du capteur solaire et son exploitation dans le bâtiment;
2. production électrique du panneau solaire et son exploitation dans le bâtiment;
3. capture thermique des eaux usées et son exploitation dans le bâtiment.

La consommation d’énergie achetée théorique du bâtiment peut être calculée par une méthode de calcul mensuel pour un bâtiment dont le contrôle de la température de l’air intérieur ne suppose pas de refroidissement, ou bien seulement dans les espaces dont la surface nette chauffée est inférieure à 10 % de la surface nette chauffée du bâtiment ou dont la surface nette chauffée est inférieure à 50 mètres carrés.

Si le contrôle de la température de l’air intérieur du bâtiment suppose un refroidissement, la consommation d’énergie achetée théorique du bâtiment doit être calculée par une méthode de calcul qui prenne en compte, en plus des facteurs visés au paragraphe 1, le besoin en énergie thermique et électrique du système de refroidissement, et dont le calcul du transfert de chaleur prenne en compte la propriété de conservation thermique des structures en fonction du temps, sur une échelle temporelle d’une heure maximum (*calcul de méthode dynamique*).

Article 9

Données météorologiques

Le chiffre E doit être calculé conformément aux données météorologiques de la zone I de l’annexe 1.

Article 10

Flux d’air extérieur et températures des pièces

Le chiffre E doit être calculé en utilisant les flux d’air extérieur suivants de la durée d’utilisation, et les températures suivantes de limite de chauffage et de refroidissement de la température des pièces:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Catégorie d’usage | Flux d’air extérieur | Limite de chauffage | Limite de refroidissement |
|  | dm3/(s m2) | °C | °C |
| Catégorie 1) | 0,4 | 21 | 27 |
| Catégorie 2) | 0,5 | 21 | 27 |
| Catégorie 3) | 2 | 21 | 25 |
| Catégorie 4) | 2 | 18 | 25 |
| Catégorie 5) | 2 | 21 | 25 |
| Catégorie 6) | 3 | 21 | 25 |
| Catégorie 7) | 2 | 18 | 25 |
| Catégorie 8) | 4 | 22 | 25 |

Les flux d’air expulsé doivent être calculés avec les valeurs correspondant au flux d’air extérieur.

Pour le flux d’air extérieur de la ventilation d’un bâtiment de catégorie d’usage autre que 1 et 2, il faut utiliser dans le calcul au moins 0,15 dm3/s mètres carrés en dehors du temps d’utilisation.

Dans un bâtiment de catégorie d’usage 2 où l’habitant a la possibilité de contrôler les flux d’arrivée et de sortie de telle façon qu’ils puissent être augmentés par pièce d’au moins 30 % et diminués d’au moins 40 % par rapport aux flux d’air de la période d’utilisation prévue, on peut utiliser comme flux d’air extérieur du bâtiment 0,4 dm3/s mètres carrés.

Dans un espace d’un bâtiment muni d’une ventilation adaptée et qu’on contrôle par un système domotique fondé sur la détection de présence ou sur une mesure des conditions, on peut utiliser une valeur de flux d’air extérieur inférieure de 20 % ou définir, en se fondant sur le projet de ventilation, l’effet relatif de la ventilation adaptée sur la valeur de flux d’air extérieur présentée au paragraphe 1. Lors d’une contrôle fondé sur le projet de ventilation, on peut cependant diminuer dans le calcul de la ventilation d’un espace jusqu’à une valeur de 0,35 dm3/s mètres carrés maximum en période d’utilisation du bâtiment. La valeur de flux d’air extérieur de tout le bâtiment peut être diminuée par calcul d’une proportion correspondant à l’effet d’une ventilation adaptée, en prenant en compte le rapport de la partie du bâtiment couverte par cette ventilation adaptée par rapport à la surface au sol de tout le bâtiment.

Article 11

Usage établi du bâtiment

La période d’utilisation journalière et hebdomadaire du bâtiment utilisée dans le calcul du chiffre E, le degré d’utilisation moyenne de l’éclairage, des appareils consommateurs et de la présence humaine en période d’utilisation du bâtiment, ainsi que les contraintes thermiques internes en fonction de la surface nette chauffée sont les suivants:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Catégorie d’usage | Heure | Durée d’utilisation | | Degré d’utilisation | Contrainte thermique interne en fonction de la surface nette chauffée | | |
|  |  | Journalière  h/24h | Hebdomadaire  d/7d | - | Éclairage  W/m2 | Appareils consommateurs  W/m2 | Personnes  W/m2 |
| Catégorie 1) | 00:00-24:00 | 24 | 7 | éclairage 0,1  autres 0,6 | 6 | 3 | 2 |
| Catégorie 2 | 00:00-24:00 | 24 | 7 | éclairage 0,1  autres 0,6 | 9 | 4 | 3 |
| Catégorie 3) | 07:00-18:00 | 11 | 5 | 0,65 | 10 | 12 | 5 |
| Catégorie 4) | 08:00-21:00 | 13 | 6 | 1 | 19 | 1 | 2 |
| Catégorie 5) | 00:00-24:00 | 24 | 7 | 0,3 | 11 | 4 | 4 |
| Catégorie 6) | 08:00-16:00 | 8 | 5 | 0,6 | 14 | 8 | 14 |
| Catégorie 7) | 08:00-22:00 | 14 | 7 | 0,5 | 10 | 0 | 5 |
| Catégorie 8) | 00:00-24:00 | 24 | 7 | 0,6 | 7 | 9 | 8 |

La contrainte thermique Q (kWh/m2) annuelle due à l’éclairage, aux appareils consommateurs et aux personnes doit être calculée selon la formule:



où:

k est le degré moyen d’utilisation de l’éclairage et des appareils consommateurs et la présence humaine moyenne en période d’utilisation du bâtiment;

P est la contrainte thermique W/m2;

d est le nombre d’heures d’utilisation du bâtiment en une journée h;

w est le nombre de jours d’utilisation du bâtiment par semaine d.

La contrainte thermique mensuelle due à l’éclairage, aux appareils consommateurs et aux personnes doit être déterminée à partir de la contrainte thermique annuelle en fonction du nombre de jours.

À la place de ce qui est établi au paragraphe 1, on peut utiliser comme valeur de la contrainte thermique de l’éclairage une valeur conforme au projet d’éclairage si l’on peut, à partir dudit projet d’éclairage, déterminer la contrainte thermique par type d’espace en fonction de la densité de puissance de l’éclairage et en fonction du contrôle de l’éclairage. La contrainte thermique moyenne de l’éclairage du bâtiment est calculée en tant que moyenne pondérée par les surfaces au sol des types d’espace.

Les horaires de fonctionnement du système de ventilation doivent être calculés de telle façon qu’on ajoute au temps d’utilisation conforme au paragraphe 1 une heure avant le début du temps d’utilisation et une heure après la fin du temps d’utilisation. Cette addition n’est pas pertinente pour les bâtiments utilisés en continu.

Article 12

Usage établi de l’eau chaude

Comme besoin net d’énergie de chauffage pour l’usage établi de l’eau chaude, il convient d’utiliser les besoins nets d’énergie de chauffage par catégorie d’usage suivants, en fonction de la surface nette chauffée du bâtiment:

|  |  |
| --- | --- |
| Catégorie d’usage | Besoin net annuel d’énergie de chauffage pour l’eau chaude  kWh/(m2 a) |
|  |
| Catégorie 1) | 35 |
| Catégorie 2) | 35 |
| Catégorie 3) | 6 |
| Catégorie 4) | 4 |
| Catégorie 5) | 40 |
| Catégorie 6) | 11 |
| Catégorie 7) | 20 |
| Catégorie 8) | 30 |

Dans la catégorie 1, le besoin net en énergie de chauffage de l’eau chaude est cependant de 4 200 kWh par an par appartement.

Comme besoin net en énergie de chauffage de l’eau chaude, on peut utiliser 15 % des valeurs minimales ci-dessus si les canalisations d’eau courante du bâtiment sont munies d’une soupape de pression permanente ou de tout autre dispositif comparable réglant le niveau de pression.

Article 13

Zones de calcul

Dans le calcul du chiffre E d’un bâtiment à un seul usage prévu, on peut considérer tout le bâtiment comme une zone de calcul unique. Dans le calcul du chiffre E d’un bâtiment à plusieurs usages différents, il faut distinguer l’usage prévu et les horaires d’utilisation en plusieurs zones de calcul correspondantes.

Article 14

Espaces spéciaux et systèmes techniques

Le calcul du chiffre E d’un restaurant, cuisine professionnelle, réfectoire, cafétéria, laboratoire ou de tout autre espace spécial se trouvant dans le bâtiment doit être fait avec les valeurs de départ correspondant à l’usage prévu du bâtiment ou de la partie du bâtiment en ce qui concerne ces espaces.

Dans le calcul du chiffre E, les systèmes techniques non spécifiés dans le présent décret ne sont pas pris en compte.

Article 15

Besoin net en énergie de chauffage

Le besoin net en énergie de chauffage des espaces du bâtiment doit être calculé à partir des déperditions de chaleur de conduction, des déperditions de chaleur de la perte d’air, du réchauffement à la température de la pièce de l’air de substitution et de l’air d’arrivée, en soustrayant l’effet du soleil et des contraintes thermiques internes. Dans le calcul de l’énergie solaire entrant dans le bâtiment, il faut prendre en compte les solutions de protection solaire du bâtiment.

Le besoin net d’énergie de chauffage de la ventilation doit être calculé à partir du réchauffement de l’air jusqu’à la température d’arrivée après la capture de chaleur et à partir de l’éventuel réchauffement avant la capture de chaleur.

Le besoin net en énergie de chauffage de l’eau chaude doit être calculé conformément à l’article 12.

Article 16

Prise en compte de la déperdition de chaleur dans le calcul du chiffre E

Quand on calcule le chiffre E, la déperdition de chaleur d’une enveloppe du bâtiment doit être calculée avec les dimensions internes de l’enveloppe du bâtiment. Il faut prendre en compte dans le calcul les ponts de froid des structures et des joints. Les ponts de froid isolés de l’enveloppe du bâtiment ne sont pas pris en compte.

Dans le calcul de la déperdition de chaleur, il faut prendre en compte l’effet du sol et du vide sanitaire sur la déperdition de chaleur.

Article 17

Prise en compte du flux d’air perdu dans le calcul du chiffre E

Quand on calcule le chiffre E, il faut utiliser la valeur de conception comme chiffre de perte d’air de l’enveloppe du bâtiment si l’étanchéité est démontrée par une méthode de contrôle qualité d’un bâtiment industriel ou par mesurage. Autrement, il faut utiliser dans le calcul, comme chiffre de perte d’air de l’enveloppe du bâtiment, la valeur 4 m3/(h m2). Le flux d’air perdu qv,perte d’air doit être calculé par la formule:



où:

qv,perte d’air est le flux d’air perdu, m³/s;

q50 est le chiffre de perte d’air de l’enveloppe de bâtiment, m3/(h·m2);

Aenveloppe est la surface de l’enveloppe de bâtiment, m2;

x est un coefficient, à savoir 35 pour les bâtiments sans étage, 24 pour les bâtiments à un étage, 20 pour les bâtiments à deux ou trois étages, et 15 pour les bâtiments plus hauts;

3600 est le coefficient qui change l’unité du flux d’air de m3/h à m3/s.

Article 18

Utilisation d’énergie du système de chauffage

L’utilisation d’énergie du système de chauffage d’un bâtiment comprend l’utilisation d’énergie du chauffage des espaces, du chauffage de la ventilation et de la préparation d’eau chaude.

Dans le calcul de la consommation d’énergie du système de chauffage, on prend en compte les déperditions du partage de chaleur à l’intérieur et à l’extérieur du bâtiment, les déperditions de la fourniture de chaleur, les déperditions et transformations, de la production d’énergie de chauffage, les déperditions du déplacement et du circuit d’eau chaude à l’intérieur et à l’extérieur du bâtiment, les déperditions du stockage et la consommation électrique des appareils auxiliaires du système de chauffage.

Si le bâtiment est raccordé à un système de chauffage où la chaleur est acheminée depuis un échangeur de chaleur commun ou depuis un appareil de production de chaleur vers plusieurs bâtiments par des conduits extérieurs au bâtiment, la déperdition de chaleur des conduits en question doit être divisée entre les bâtiments en proportion des surfaces.

Si les pièces d’habitation d’un bâtiment conforme à la catégorie d’usage 2 ont un chauffage à eau, et un chauffage électrique au sol dans les espaces humides, on peut considérer que 35 % du besoin net en énergie de chauffage des espaces d’habitation vont au chauffage au sol des espaces humides, et 65 % au système de chauffage des pièces d’habitation, si la part du chauffage électrique au sol des espaces humides dans le besoin net des espaces n’est pas calculée plus précisément par un outil de calcul dynamique, en prenant en compte les flux d’air prévus et les flux de transfert entre les espaces. Il faut utiliser 22 degrés Celsius comme température intérieure des espaces humides. La part du chauffage électrique au sol des espaces humides dans le besoin net en énergie de chauffage des espaces habités correspond cependant, au maximum, à la part calculée en fonction de la puissance initiale du chauffage électrique au sol présentée dans le projet et pour une durée d’utilisation de 8760 heures.

Si le circuit d’eau chaude se trouve à l’extérieur de l’isolant de l’enveloppe du bâtiment, la déperdition de chaleur calculée du circuit d’eau chaude n’occasionne pas de contrainte thermique dans les espaces du bâtiment. Si le circuit se trouve dans l’isolant de l’enveloppe du bâtiment, il faut ajouter à la contrainte thermique des espaces du bâtiment 25 % de la déperdition de chaleur calculée du circuit d’eau chaude. Si le circuit se trouve à l’intérieur de l’enveloppe du bâtiment, il faut ajouter à la contrainte thermique des espaces du bâtiment 50 % de la déperdition de chaleur calculée du circuit d’eau chaude. Si le chauffe-eau se trouve à l’intérieur de l’enveloppe du bâtiment, il faut ajouter à la contrainte thermique des espaces du bâtiment 50 % de la déperdition de chaleur calculée du chauffe-eau.

L’énergie de chauffage supplémentaire due aux éventuelles restrictions de température du système de chauffage et au dimensionnement de puissance partielle doit être calculée dans l’utilisation d’énergie du système de chauffage.

Article 19

Foyer et pompe à chaleur

On peut considérer comme énergie de chauffage produite par un foyer à accumulation pour les pièces d’habitation un maximum de 3 000 kilowattheures par an et par foyer.

On peut considérer comme énergie de chauffage produite par une pompe à chaleur air-air pour les pièces d’habitation un maximum de 3 000 kilowattheures par an et par appareil, si l’activité de l’appareil dans le bâtiment n’est pas calculée plus précisément par une méthode de calcul dynamique en prenant en compte les flux d’air et les différences de température entre les espaces.

Article 20

Système de ventilation

Les flux d’air et horaires de fonctionnement du système de ventilation du bâtiment doivent être calculés conformément aux articles 10 et 11. La consommation d’énergie électrique du système mécanique de ventilation doit être calculée grâce aux flux d’air, aux puissances électriques propres et aux durées de fonctionnement, pour toutes les machines de ventilation et tous les extracteurs présents dans le bâtiment.

Article 21

Système de refroidissement

Quand on calcule la consommation d’énergie du système de refroidissement du bâtiment, il faut prendre en compte la consommation d’énergie de la production d’énergie de refroidissement et la consommation d’énergie électrique des appareils auxiliaires dans la mesure où le contrôle de la température intérieure suppose une utilisation de systèmes.

Article 22

Utilisation d’électricité de l’éclairage et des appareils consommateurs

La consommation annuelle d’énergie électrique de l’éclairage utilisé dans le bâtiment et des appareils consommateurs doit être calculée conformément à l’article 11 à partir de leur contrainte thermique. La consommation d’énergie électrique de l’éclairage et des appareils consommateurs est équivalente à leur contrainte thermique.

Chapitre 3

Déperdition de chaleur du bâtiment

Article 23

Détermination de la déperdition de chaleur du bâtiment

La déperdition de chaleur du bâtiment est la déperdition de chaleur totale de l’enveloppe du bâtiment, de la perte d’air et de la ventilation. La déperdition de chaleur du bâtiment peut au maximum être aussi grande que la déperdition de chaleur déterminée pour ce bâtiment avec les valeurs de référence. L’exigence fixée pour la déperdition de chaleur du bâtiment concerne séparément les espaces chauds et semi-chauds du bâtiment.

Quand il est possible d’utiliser un système de ventilation ou de chauffage déjà existant au moment d’organiser la ventilation et le chauffage, l’agrandissement du bâtiment ou l’ajout d’un espace comptabilisé dans la surface au sol ne sont concernés, en matière de déperdition de chaleur, que par les exigences fixées à la déperdition de chaleur de l’enveloppe du bâtiment. Une petite maison conçue pour un usage vacancier et destinée à être utilisée pendant au moins quatre mois de l’année n’est concernée, en matière de déperdition de chaleur, que par les exigences fixées à la déperdition de chaleur de l’enveloppe du bâtiment. L’exigence relative à la déperdition de chaleur du bâtiment ne concerne pas un bâtiment déplaçable assemblé avec des éléments fabriqués avant le 1er juillet 2012 et toujours utilisé pour le même usage.

Article 24

Déperdition de chaleur de l’enveloppe du bâtiment

La déperdition de chaleur de l’enveloppe du bâtiment doit être calculée à partir des surfaces au sol et des coefficients de pénétration de chaleur des différentes parties de bâtiment, avec la formule:



où:

∑Hcond est la déperdition de chaleur de l’enveloppe du bâtiment, W/K;

U est le coefficient de pénétration de chaleur de la partie de bâtiment, W/(m²K);

A est la surface de la partie de bâtiment, m².

La valeur de référence de la déperdition de chaleur de l’enveloppe du bâtiment d’un espace chaud ou d’un espace froid à refroidir doit être calculée en utilisant comme coefficients de pénétration de chaleur des parties de bâtiment les valeurs de référence suivantes:

|  |  |
| --- | --- |
| a) mur | 0,17 W/(m2 K); |
| b) mur en bois massif dont l’épaisseur moyenne est d’au moins 180 mm | 0,40 W/(m2 K); |
| c) niveau supérieur et niveau inférieur au contact de l’air extérieur | 0,09 W/(m2 K); |
| d) niveau inférieur au contact du vide sanitaire | 0,17 W/(m2 K); |
| e) partie de bâtiment au contact de la terre | 0,16 W/(m2 K); |
| f) fenêtre, fenêtre de toit, porte, fenêtre coupole, trappe à fumée et trappe de sortie | 1,0 W/(m2 K). |

La valeur de référence de la déperdition de chaleur de l’enveloppe d’un bâtiment déplaçable et du bâtiment d’un espace semi-chaud doit être calculée en utilisant comme coefficients de pénétration de chaleur des parties de bâtiment les valeurs de référence suivantes:

|  |  |
| --- | --- |
| a) mur | 0,26 W/(m2 K); |
| b) mur en bois massif dont l’épaisseur moyenne de la structure est d’au moins 180 mm | 0,60 W/(m2 K); |
| c) niveau supérieur et niveau inférieur au contact de l’air extérieur | 0,14 W/(m2 K); |
| d) niveau inférieur au contact du vide sanitaire | 0,26 W/(m2 K); |
| e) partie de bâtiment au contact de la terre | 0,24 W/(m2 K); |
| f) fenêtre, fenêtre de toit, porte, fenêtre coupole, trappe à fumée et trappe de sortie | 1,4 W/(m2 K). |

La valeur de référence de la déperdition de chaleur de l’enveloppe du bâtiment d’une petite maison conçue pour un usage vacancier et destinée à être habitée au moins quatre mois par an doit être calculée en utilisant comme coefficients de pénétration de chaleur des parties de bâtiment les valeurs de référence suivantes:

|  |  |
| --- | --- |
| a) mur | 0,24 W/(m2 K); |
| b) mur en bois massif dont l’épaisseur moyenne de la structure est d’au moins 130 mm | 0,80 W/(m2 K); |
| c) niveau supérieur et niveau inférieur au contact de l’air extérieur | 0,15 W/(m2 K); |
| d) niveau inférieur au contact du vide sanitaire | 0,19 W/(m2 K); |
| e) partie de bâtiment au contact de la terre | 0,24 W/(m2 K); |
| f) fenêtre, fenêtre de toit, porte, fenêtre coupole, trappe à fumée et trappe de sortie | 1,4 W/(m2 K). |

La valeur de référence de la surface de fenêtre totale du bâtiment représente 15 % de la somme totale des surfaces au sol des étages entièrement ou partiellement non souterrains du bâtiment, mais représente au maximum 50 % de la surface de façade du bâtiment. La surface d’une fenêtre doit être calculée en incluant les dimensions extérieures du cadre de la fenêtre.

Il faut utiliser dans le calcul les données d’ensemble et les données géométriques du bâtiment prévu. Les surfaces des diverses parties de bâtiment de l’enveloppe du bâtiment doivent être définies en fonction des dimensions intérieures totales du bâtiment.

Dans le calcul de la déperdition de chaleur de l’enveloppe de la solution de conception du bâtiment, il faut utiliser les coefficients de pénétration de chaleur et les surfaces de fenêtre prévus par partie de bâtiment.

Article 25

Calcul de la déperdition de chaleur de la perte d’air du bâtiment

La déperdition de chaleur de la perte d’air du bâtiment doit être calculée par la formule:



où:

Hpertedair est la déperdition de chaleur de la perte d’air, W/K;

ρi est la densité de l’air, 1,2 kg/m³;

cpi est la capacité de chaleur propre de l’air, 1 000 Ws/(kg K);

qv,perte d’air est le flux d’air perdu, m³/s.

Le flux de perte d’air qv,pertedair doit être défini conformément à l’article 17. Quand on calcule la déperdition de chaleur de référence du bâtiment, il faut utiliser 2,0 m 3/(h m2) comme valeur de référence du chiffre de perte d’air de l’enveloppe du bâtiment.

Quand on calcule la déperdition de chaleur de la solution de conception du bâtiment, il faut utiliser comme valeur de conception la valeur du chiffre de perte d’air de l’enveloppe du bâtiment. Si la détermination de la valeur de la conception de l’étanchéité n’est pas faite par mesurage ou par une méthode industrielle de contrôle qualité du bâtiment, il faut utiliser 4,0 m 3/(h m2) comme valeur du chiffre de perte d’air de l’enveloppe du bâtiment.

Article 26

Calcul de la déperdition de chaleur de la ventilation du bâtiment

La déperdition de chaleur de la ventilation du bâtiment doit être calculée par la formule:



où:

Hvent est la déperdition de chaleur propre de la ventilation, W/K;

ρi est la densité de l’air, 1,2 kg/m³;

cpi est la capacité de chaleur propre de l’air, 1 000 Ws/(kg K);

qv, expuls est le flux d’air expulsé théorique conforme à l’usage établi, m³/s;

td est le rapport moyen des heures quotidiennes de fonctionnement du système de ventilation, h/24h;

tv est le rapport hebdomadaire du temps de fonctionnement du système de ventilation j/7 j;

ηa est le rendement annuel de la capture de chaleur de l’air expulsé de la ventilation.

Dans le calcul de la déperdition de chaleur de référence de la ventilation et de la déperdition de chaleur de la ventilation de la solution de conception, il faut utiliser les mêmes valeurs et les mêmes temps de fonctionnement des flux d’air.

Le flux d’air de la ventilation doit être calculé conformément à l’article 10. Dans le calcul de la déperdition de chaleur de référence et de la déperdition de chaleur de la solution de conception, on ne prend pas en compte la ventilation adaptée. Le temps d’utilisation de la ventilation doit être calculé en ajoutant au temps d’utilisation du bâtiment visé à l’article 11 une heure avant et une heure après. Cette addition n’est pas pertinente pour les bâtiments utilisés en continu. Dans le cas des bâtiments de la catégorie d’usage 9, il faut utiliser les valeurs de conception du bâtiment pour les flux d’air et pour le temps d’utilisation de la ventilation.

Dans le calcul de la déperdition de chaleur de référence, il faut utiliser 55 % comme rendement annuel de la capture de chaleur de l’air expulsé de la ventilation du système de ventilation du bâtiment. Dans le calcul de la déperdition de chaleur du bâtiment, la valeur du rendement annuel de la capture de chaleur de l’air expulsé d’un espace isolé est de 0 % si l’impureté de l’air expulsé empêche le fonctionnement de la capture de chaleur, que la température de l’espace en période de chauffage est inférieure à 10 degrés Celsius et que l’air expulsé ne fournit pas de chaleur capturée de façon rentable, ou si le fonctionnement du système de ventilation se fonde principalement sur les différences de pression causées par les différences de hauteur et de température et par le vent.

Si l’on utilise une ventilation mécanique, le rendement annuel de la capture de chaleur de l’air expulsé de la ventilation doit être déterminé en utilisant les propriétés de l’appareil de capture de chaleur et les flux d’air prévus de la machine de ventilation, ainsi que les données météorologiques de la zone I fixée à l’annexe 1.

Le rendement de la capture de chaleur de l’air expulsé de deux machines de ventilation ou plus doit être déterminé en tant que rendement annuel pondéré des flux d’air prévus et des périodes de fonctionnement. La déperdition de chaleur de la ventilation de la solution de conception du bâtiment doit être calculée en utilisant le rendement annuel ainsi déterminé de la capture de chaleur de l’air expulsé et les valeurs et périodes de fonctionnement des flux d’air conformes au paragraphe 3.

Chapitre 4

Dispositions diverses

Article 27

Étanchéité du bâtiment

Le chiffre de perte d’air (q50) de l’enveloppe du bâtiment peut être de 4,0 m3/(h m2) maximum. Le chiffre de perte d’air peut dépasser une valeur de 4,0 m 3/(h m2), si les solutions structurelles impliquées par l’usage du bâtiment l’exigent.

Article 28

Isolation contre le gel, isolation thermique du mur de fondation et isolation entre certains espaces

Lors de la conception de l’isolation thermique du niveau inférieur du bâtiment, il faut prendre en compte l’isolation contre le gel et l’éventuelle isolation thermique d’un mur de fondation n’appartenant pas à l’enveloppe du bâtiment, et ce afin d’éviter les dégâts dus au gel.

Le coefficient de pénétration thermique d’un mur et d’un sol séparant un espace froid à refroidir et d’autres espaces ne doit pas dépasser 0,27 W/(m2 K) et celui d’une porte 1,4 W/(m2 K).

Le coefficient de pénétration thermique d’un mur et d’un sol séparant un espace chaud et un espace semi-chaud ne doit pas dépasser 0,60 W/(m2 K) et celui d’une porte 2,8 W/(m2 K), hormis pour une petite maison destinée à un usage vacancier.

Article 29

Température intérieure estivale théorique

La température intérieure estivale théorique ne doit pas dépasser 27 degrés Celsius comme valeur de la limite de refroidissement, pour la catégorie d’usage 2, et 25degrés Celsius pour les catégories d’usage 3 à 8, pendant plus de 150heures-degrés entre le 1er juin et le 31 août, en utilisant un flux d’air conforme à la solution de conception. La conformité aux exigences de la température intérieure estivale doit être démontrée par un calcul de température des différents types d’espaces. Lors du calcul, il faut utiliser le flux d’air, hormis les données de départ conformes au calcul du chiffre E. L’exigence sur la température intérieure estivale ne s’applique pas aux bâtiments relevant des catégories d’usage 1 et 9. Dans le calcul de la température intérieure estivale, il faut utiliser un outil de calcul dynamique.

Article 30

Puissance électrique propre du système de ventilation mécanique d’un bâtiment

Si le bâtiment a un système de ventilation mécanique, la puissance électrique propre du système mécanique à arrivée et expulsion d’air ne doit pas dépasser 1,8 kW/(m3/s), et la puissance électrique propre du système mécanique à expulsion d’air 0,9 kW/(m3/s).

La puissance électrique propre du système de ventilation peut dépasser les valeurs susmentionnées si cela est rendu nécessaire par l’air intérieur conforme à l’usage prévu du bâtiment.

Article 31

Mesure de l’utilisation d’énergie dans le bâtiment

Il doit y avoir dans le bâtiment des instruments de mesure ou un dispositif de mesure permettant de mesurer l’utilisation d’énergie, afin que l’utilisation d’énergie du bâtiment puisse être suivie en ce qui concerne les points de consommation les plus importants ou la consommation totale du bâtiment, ou bien cette possibilité de suivi doit pouvoir être facilement mise en œuvre.

Article 32

Besoins en chaleur et en puissance électrique du bâtiment

La puissance thermique du système de chauffage du bâtiment doit être mesurée de telle façon que les conditions de chaleur et la ventilation prévues pour les espaces du bâtiment puissent être entretenues aux températures extérieures de référence de la zone météorologique conforme à la commune d’emplacement du bâtiment, températures présentées à l’annexe 1.

Lors de la conception, il faut prendre en compte les possibilités de diminution des besoins en puissance électrique de pointe, et d’amélioration de la gestion de la puissance électrique.

Article 33

Efficacité énergétique structurelle

Le respect des exigences fixées pour l’efficacité énergétique du bâtiment à l’article 4 peuvent nonobstant ledit article être démontrées par l’efficacité énergétique structurelle.

Un bâtiment relevant des catégories d’usage 1 et 2 remplit les exigences fixées pour l’efficacité énergétique si:

1) la déperdition de chaleur du bâtiment est au maximum aussi grande que la déperdition de chaleur de référence déterminée pour le bâtiment avec les valeurs de référence de l’efficacité énergétique structurelle, déperdition calculée comme indiqué aux articles 24, 25 et 26. Les valeurs de référence des coefficients de pénétration de chaleur des parties de bâtiment, du chiffre de perte d’air et du rendement annuel de la capture de chaleur de l’air expulsé sont:

|  |  |
| --- | --- |
| a) mur, catégorie d’usage 1 | 0,12 W/(m2 K); |
| b) mur, catégorie d’usage 2 | 0,14 W/(m2 K); |
| c) niveau supérieur et niveau inférieur au contact de l’air extérieur | 0,07 W/(m2 K); |
| d) niveau inférieur ventilé touchant le vide sanitaire et partie de bâtiment au contact de la terre | 0,10 W/(m2 K); |
| e) fenêtre, fenêtre de toit, porte, fenêtre coupole, trappe à fumée et trappe de sortie | 0,70 W/(m2 K); |
| f) chiffre de perte d’air (q50) du bâtiment | 0,60 m3/(h m2); |
| g) rendement annuel de la capture de chaleur de l’air expulsé | 65 pour cent; |

2) Le bâtiment est muni d’un système mécanique à air d’arrivée et air expulsé dont la puissance électrique propre ne dépasse pas 1,5 kW/(m3/s);

3) Il faut utiliser comme système de chauffage du bâtiment le chauffage urbain, une pompe à chaleur terrestre ou une pompe à chaleur air-eau.

Article 34

Étude énergétique

Lors de la conception du bâtiment, il faut fournir une étude énergétique. L’étude énergétique contient les examens suivants:

1. chiffre E conformément à l’article 4 et données de départ et résultats essentiels du calcul du chiffre E, conformité aux prescriptions de la déperdition de chaleur du bâtiment conformément à l’article 23 et puissance électrique propre du système mécanique de ventilation conformément à l’article 30; ou bien
2. conformité aux prescriptions de l’efficacité énergétique structurelle conformément à l’article 33.

De plus l’étude énergétique contient les examens suivants:

1. température intérieure estivale théorique conformément à l’article 29;
2. certificat énergétique du bâtiment, si la législation relative aux certificats énergétique de bâtiments l’exige.

L’étude énergétique doit être mise à jour avant la mise à disposition du bâtiment s’il y a eu des modifications dans les projets ayant servi de base à l’étude énergétique lors de la phase d’autorisation. Le responsable de la phase de construction doit noter dans le dossier de contrôle des travaux de construction que les travaux de construction correspondent à ce qui est indiqué dans l’étude énergétique.

Chapitre 5

Entrée en vigueur et dispositions transitoires

Article 35

Entrée en vigueur

Le présent décret entre en vigueur le 1er janvier 2018.

Le présent décret abroge le décret 2/11 du ministère de l’environnement relatif à l’efficacité énergétique des bâtiments.

Le traitement d’un projet en cours au moment de l’entrée en vigueur du présent arrêté se verra appliquer les dispositions qui étaient en vigueur à ce moment.

Fait à Helsinki, le 20 décembre 2017

Kimmo Tiilikainen, ministre du logement, de l’énergie et de l’environnement

Pekka Kalliomäki, consultant en construction

Annexe 1

Données météorologiques utilisées dans le calcul du chiffre E et de la puissance thermique

Lors du calcul du chiffre E et de la puissance thermique, on utilise les données météorologiques présentées dans la présente annexe. Les données météorologiques horaires sont disponibles sur le site Internet du ministère de l’environnement.

Le calcul du besoin en puissance thermique se fait à la température extérieure mesurée de la zone météorologique conforme à l’emplacement géographique du lieu de construction (schéma L1.1 et tableau L1.1). .

|  |  |
| --- | --- |
| kuva_UUDET_RAJAT_keskilampokartalla_B&W | Est  (E)  Nord-ouest  (NO)  Sud-ouest  (SO)  Sud-est  (SE)  Nord-est  (NE)  Ouest  (O)  Sud  (S)  Nord  (N) |

Schéma L1.1. Zones météorologiques et abréviations des directions.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Tableau L1.3.* | *Températures extérieures de référence dans les différentes zones météorologiques.* | | | | | | | | | |
| Zone météorologique. | Température extérieure mesurée, °C | | | | | | | | | |
| I | -26  -29  -32  -38 | | | | | | | | | |
| II |
| III |
| IV |
|  |  | | | |  | | | | | |
| *Tableau L1.2.* | *Données météorologiques mensuelles sur la zone I Helsinki-Vantaa.* | | | | | | | | | |
| Mois | Température moyenne de l’air extérieur, Te, °C | | | Énergie de rayonnement solaire totale sur un niveau horizontal,  Grayonnement, surface horizontale, kWh/m² | | | |  | | |
| Janvier | -3,97 | | | 6,2 | | | |  | | |
| Février | -4,50 | | | 22,4 | | | |  | | |
| Mars | -2,58 | | | 64,3 | | | |  | | |
| Avril | 4,50 | | | 119,9 | | | |  | | |
| Mai | 10,76 | | | 165,5 | | | |  | | |
| Juin | 14,23 | | | 168,6 | | | |  | | |
| Juillet | 17,30 | | | 180,9 | | | |  | | |
| Août | 16,05 | | | 126,7 | | | |  | | |
| Septembre | 10,53 | | | 82,0 | | | |  | | |
| Octobre | 6,20 | | | 26,2 | | | |  | | |
| Novembre | 0,50 | | | 8,1 | | | |  | | |
| Décembre | -2,19 | | | 4,4 | | | |  | | |
| Année entière | 5,57 | | | 975 | | | |  | | |
|  |  | | | | | | | | | |
|  | Énergie de rayonnement solaire totale sur les surfaces verticales dans plusieurs directions,  Grayonnement, surface verticale, kWh/m² | | | | | | | | | |
| Mois | N | NE | E | | SE | S | SO | | O | NO |
| Janvier | 6,2 | 4,7 | 3,8 | | 9,5 | 12,9 | 9,5 | | 3,8 | 4,7 |
| Février | 17,3 | 13,8 | 15,6 | | 31,0 | 41,4 | 30,9 | | 15,6 | 14,0 |
| Mars | 40,3 | 38,1 | 48,5 | | 75,1 | 89,5 | 69,4 | | 43,7 | 36,9 |
| Avril | 43,9 | 56,3 | 79,9 | | 101,1 | 107,3 | 101,6 | | 80,6 | 56,8 |
| Mai | 57,8 | 82,1 | 112,8 | | 123,3 | 116,0 | 117,5 | | 104,5 | 76,3 |
| Juin | 70,6 | 87,9 | 109,6 | | 109,9 | 101,6 | 110,9 | | 111,2 | 89,1 |
| Juillet | 66,3 | 91,1 | 118,8 | | 123,1 | 115,5 | 128,6 | | 122,7 | 91,2 |
| Août | 50,0 | 66,4 | 91,8 | | 106,0 | 100,4 | 92,8 | | 78,8 | 61,1 |
| Septembre | 32,9 | 37,5 | 56,5 | | 83,9 | 100,5 | 87,3 | | 59,3 | 38,1 |
| Octobre | 17,9 | 15,6 | 17,5 | | 28,3 | 37,0 | 30,0 | | 18,8 | 15,7 |
| Novembre | 7,2 | 5,5 | 5,1 | | 12,3 | 16,8 | 12,3 | | 5,1 | 5,6 |
| Décembre | 4,2 | 3,2 | 2,6 | | 8,4 | 11,8 | 8,8 | | 2,9 | 3,2 |
| Année entière | 414,6 | 502,2 | 662,5 | | 811,9 | 850,7 | 799,6 | | 647,0 | 492,7 |
|  | Coefficient Fdirection, par lequel l’énergie de rayonnement solaire totale sur un niveau horizontal se transforme en une énergie de rayonnement totale sur surface verticale dans plusieurs directions | | | | | | | | | |
| Mois | N | NE | E | | SE | S | SO | | O | NO |
| Janvier | 0,995 | 0,757 | 0,609 | | 1,531 | 2,080 | 1,519 | | 0,605 | 0,759 |
| Février | 0,774 | 0,618 | 0,700 | | 1,387 | 1,854 | 1,381 | | 0,700 | 0,624 |
| Mars | 0,627 | 0,592 | 0,754 | | 1,169 | 1,392 | 1,079 | | 0,679 | 0,574 |
| Avril | 0,366 | 0,470 | 0,666 | | 0,843 | 0,895 | 0,847 | | 0,672 | 0,474 |
| Mai | 0,349 | 0,496 | 0,681 | | 0,745 | 0,701 | 0,710 | | 0,632 | 0,461 |
| Juin | 0,419 | 0,521 | 0,650 | | 0,652 | 0,602 | 0,658 | | 0,659 | 0,528 |
| Juillet | 0,367 | 0,503 | 0,657 | | 0,681 | 0,639 | 0,711 | | 0,679 | 0,504 |
| Août | 0,395 | 0,524 | 0,725 | | 0,837 | 0,793 | 0,732 | | 0,622 | 0,482 |
| Septembre | 0,401 | 0,457 | 0,689 | | 1,023 | 1,225 | 1,064 | | 0,723 | 0,465 |
| Octobre | 0,683 | 0,595 | 0,670 | | 1,081 | 1,412 | 1,144 | | 0,718 | 0,598 |
| Novembre | 0,888 | 0,683 | 0,632 | | 1,519 | 2,068 | 1,519 | | 0,633 | 0,686 |
| Décembre | 0,920 | 0,697 | 0,571 | | 1,850 | 2,615 | 1,942 | | 0,637 | 0,697 |
| Année entière | 0,425 | 0,515 | 0,679 | | 0,833 | 0,872 | 0,820 | | 0,663 | 0,505 |