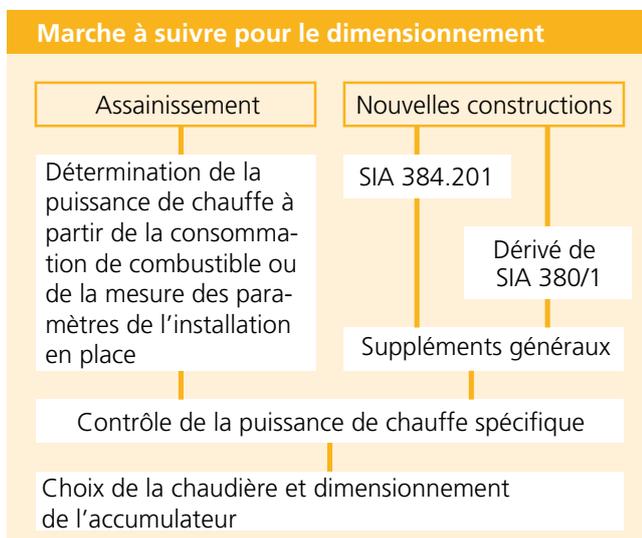


Calcul de la puissance de chauffe

Informations générales

1 Marche à suivre

Un dimensionnement correct des installations de chauffage central est essentiel pour l'utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments. Le schéma montre la démarche à adopter, de la détermination de la puissance de chauffe à installer au choix de la chaudière.



2 Détermination des déperditions calorifiques de base lors d'assainissements

2.1 Déperditions calorifiques de base lors d'assainissements résultant de la consommation de combustibles

Pour déterminer les déperditions calorifiques de base à partir de la consommation de combustibles, il faut connaître le pouvoir calorifique spécifique [PCs] du médium de chauffage, le rendement annuel de l'installation [η] et le nombre d'heures à pleine charge [$t_{pl.ch.}$]. La quantité totale d'énergie d'une période de chauffage donnée est celle produite par l'installation de chauffage fonctionnant à pleine charge pendant un certain nombre d'heures. Cette valeur est appelée le nombre d'heures à pleine charge. Comme la température extérieure standard diminue de 0,5 K par 100 mètres d'altitude, le nombre d'heures à pleine charge augmente en fonction de l'altitude du bâtiment.

Heures à pleine charge $t_{pl.ch.}$

Besoin	Type de bâtiment	Situation	Heures à pleine charge $t_{pl.ch.}$
Chauffage avec réduction de température en fin de semaine	École, industrie, commerce, bureaux	Plateau suisse	1900 h/a
		à partir de 800 m d'altitude	2100 h/a
Chauffage	Maisons d'habitation	Plateau suisse	2000 h/a
		à partir de 800 m d'altitude	2300 h/a
Chauffage et eau chaude sanitaire	Maisons d'habitation	Plateau suisse	2300 h/a
		à partir de 800 m d'altitude	2500 h/a

Toutes les données sont basées sur une température de l'air ambiant de 20 °C

Formule de calcul de la puissance de chauffe requise:

$$\Phi_{pc} = \frac{\text{Consommation} \cdot \text{PCs} \cdot \eta}{t_{pl.ch.}} \quad \Phi_{pc} = \text{Puissance de chauffe requise en kW}$$

A: Chauffage au bois: bûches [4]

Pouvoir calorifique supérieur PCs des bûches de bois séché à l'air (lutro) ¹⁾

Bois tendre ²⁾ 1800 kWh/stère ⁴⁾

Bois dur ³⁾ 2500 kWh/stère

¹⁾ Ne pas brûler du bois frais provenant de la forêt! Sa combustion produit trop d'émissions et les chaudières utilisent moins bien l'énergie. Le bois séché à l'air (2 ans) contient 15 à 20% d'eau.

²⁾ Bois tendre: p. ex. épicéa, sapin, pin, mélèze, peuplier ou saule

³⁾ Bois dur: p. ex. chêne, hêtre, frêne, érable, bouleau, orme, châtaignier, charme, noisetier, noyer ou merisier

⁴⁾ Stère: Pile de bûches de bois rondes d'une longueur d'un mètre, d'un mètre de haut et un mètre de large.

MINERGIE®

Meilleure qualité de vie, faible consommation d'énergie
Mehr Lebensqualität, tiefer Energieverbrauch

 suisse énergie

Rendement annuel η

Nouvelles chaudières	de 70 % à 80 %
Anciennes chaudières	de 50 % à 70 %

Les rendements sont donnés pour du bois séché à l'air (lutro). Par tranche d'humidité supplémentaire de 10 %, le rendement diminue d'environ 9 %.

Exemple de calcul

Une maison familiale à Adelboden (1250 m d'altitude) avec chauffage et eau chaude sanitaire

→ Heures à pleine charge $t_{pl.ch.} = 2500$ h/a

Consommation de bois (bois dur séché à l'air – lutro) = 10 st/a

→ Pouvoir calorifique supérieur PCs = 2500 kWh/stère

Rendement annuel $\eta = 75\%$ → nouvelle chaudière

$$\Phi_{pc} = \frac{\text{Consommation} \cdot \text{PCs} \cdot \eta}{t_{pl.ch.}} = \frac{10 \cdot 2500 \cdot 0,75}{2500} = 7,5 \text{ kW}$$

B: Chauffage au bois: Plaquettes [PI] de bois [4]**Pouvoir calorifique supérieur PCs des plaquettes de bois**

	Teneur en eau %	Densité en vrac kg/m^3 PI ¹⁾	Pouvoir calorifique supérieur PCs kWh/m^3 PI
Bois tendre	30	160 à 230	1000 à 1250
Bois dur	30	250 à 330	750 à 900

¹⁾ Un mètre cube de plaquettes de bois en vrac [m^3 PI].

Rendement annuel η

Nouvelles chaudières	de 70 % à 80 %
Anciennes chaudières	de 50 % à 70 %

Exemple de calcul

Un immeuble de bureaux à Bâle

→ Heures à pleine charge $t_{pl.ch.} = 1900$ h/a

Consommation de plaquettes de bois (bois dur teneur en eau 30 %) = 1000 m^3 PI/a

→ Pouvoir calorifique supérieur PCs = 800 kWh/m^3 PI

Rendement annuel $\eta = 75\%$ → nouvelle chaudière

$$\Phi_{pc} = \frac{\text{Consommation} \cdot \text{PCs} \cdot \eta}{t_{pl.ch.}} = \frac{1000 \cdot 800 \cdot 0,75}{1900} = 316 \text{ kW}$$

C: Chauffage au bois: Granulés

Pouvoir calorifique supérieur PCs granulés	5,2 à 5,5 kWh/kg
---	---------------------------

Rendement annuel η

Nouvelles chaudières	de 70 % à 80 %
----------------------	----------------

Exemple de calcul

Une maison familiale à Zurich avec chauffage, sans eau chaude sanitaire

→ Heures à pleine charge $t_{pl.ch.} = 2000$ h/a

Consommation de granulés = 1500 kg/a

→ Pouvoir calorifique supérieur PCs = 5,3 kWh/kg

Rendement annuel $\eta = 75\%$ → nouvelle chaudière

$$\Phi_{pc} = \frac{\text{Consommation} \cdot \text{PCs} \cdot \eta}{t_{pl.ch.}} = \frac{1500 \cdot 5,3 \cdot 0,75}{2000} = 3 \text{ kW}$$

D: Chauffage au mazout**Pouvoir calorifique supérieur PCs pour le mazout**

Mazout EL	10,57 kWh/l
Mazout S	11,27 kWh/l

Rendement annuel η

Nouvelles chaudières (à condensation)	de 85 % à 95 %
Anciennes chaudières (pas à condensation)	de 80 % à 85 %

Exemple de calcul

Une maison familiale à Lucerne avec chauffage et eau chaude sanitaire

→ Heures à pleine charge $t_{pl.ch.} = 2300$ h/a

Consommation de mazout EL = 1200 l/a

→ Pouvoir calorifique supérieur PCs = 10,57 kWh/l

Rendement annuel $\eta = 90\%$ → nouvelle chaudière (à condensation)

$$\Phi_{pc} = \frac{\text{Consommation} \cdot \text{PCs} \cdot \eta}{t_{pl.ch.}} = \frac{1200 \cdot 10,57 \cdot 0,9}{2300} = 5 \text{ kW}$$

E: Chauffage au gaz**Pouvoir calorifique supérieur PCs pour le gaz**

Gaz de chauffage	11,3 kWh/m_n^3
Propane	28,1 kWh/m_n^3

Rendement annuel η

Nouvelles chaudières (à condensation)	de 85 % à 95 %
Anciennes chaudières (pas à condensation)	de 80 % à 85 %

Exemple de calcul

Un immeuble locatif à Berne avec chauffage et eau chaude sanitaire

→ Heures à pleine charge $t_{pl.ch.} = 2300$ h/a

Gaz de chauffage = 5000 m_n^3 /a

→ Pouvoir calorifique supérieur PCs = 11,3 kWh/m_n^3

Rendement annuel $\eta = 95\%$ → nouvelle chaudière (à condensation)

$$\Phi_{pc} = \frac{\text{Consommation} \cdot \text{PCs} \cdot \eta}{t_{pl.ch.}} = \frac{5000 \cdot 11,3 \cdot 0,95}{2300} = 23,3 \text{ kW}$$

F: Chauffage électrique

Rendement annuel η	93 % à 97 %
-------------------------	-------------

Les déperditions calorifiques de base peuvent être calculées sur la base de la consommation annuelle d'électricité pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire. La consommation électrique au compteur est indiquée en kWh. Si la consommation ne peut

pas être déterminée au moyen du compteur, les déperditions calorifiques de base doivent être déterminées comme dans le cas des nouvelles constructions.

Exemple de calcul

Une maison familiale à Flims (1100 m d'altitude) avec chauffage et eau chaude sanitaire.

→ Heures à pleine charge $t_{pl.ch.} = 2500$ h/a

Consommation électrique = 10 000 kWh/a

Rendement annuel $\eta = 95\%$

$$\Phi_{pc} = \frac{\text{Consommation} \cdot \eta}{t_{pl.ch.}} = \frac{10000 \cdot 0,95}{2500} = 3,8 \text{ kW}$$

2.2 Détermination des déperditions calorifiques de base au moyen d'une mesure du taux de charge (assainissement)

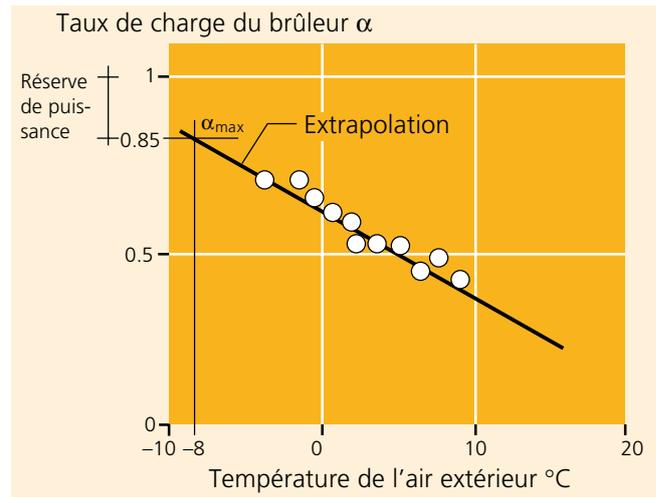
La mesure du taux de charge d'une ancienne installation encore en fonctionnement donne des indications différenciées pour le dimensionnement des chaudières (signature énergétique), mettant en évidence les différents régimes de fonctionnement. Elle est donc particulièrement adaptée aux situations où les déperditions calorifiques de base ne peuvent pas être déterminées sur la base de la consommation annuelle de combustible.

Pour fournir des données significatives, le taux de charge du brûleur $[\alpha]$ en fonction de la température extérieure doit être relevé pendant au moins deux semaines. Pendant ces mesures, les variations de la température extérieure doivent être aussi grandes que possibles (p. ex. entre -5 et $+10$ °C). Cette méthode convient surtout pour les bâtiments de grandes dimensions équipés d'installations dont la puissance est > 100 kW (écoles, hôpitaux, bâtiments industriels et administratifs).

3 Calcul des déperditions calorifiques de base dans les nouvelles constructions

3.1 Déperditions calorifiques de base suivant SIA 384.201 (EN 1283 1:003) – installations de chauffage dans les bâtiments [1]

La procédure de calcul des déperditions calorifiques de base (besoins thermiques) suivant SIA 384.201 est employée pour les nouvelles constructions ou les assainissements importants des installations thermiques dans des bâtiments. Cette procédure implique la détermination des déperditions calorifiques de base dans chacune des pièces chauffées. Ce calcul est indispensable pour le dimensionnement du système de diffusion de chaleur (chauffage au sol, corps de chauffe, systèmes à éléments thermoactifs, chauffage à air chaud). Les déperditions calorifiques de base pour l'ensemble du bâtiment sont déterminées à partir des déperditions calorifiques de base pour chacune des pièces.



Signature énergétique sur la base des mesures du taux de charge: l'exemple représente le taux de charge du brûleur mesuré dans une installation correctement dimensionnée. Elle présente une réserve de puissance de 15% largement suffisante pour la relance du chauffage après une période prolongée en veilleuse avec des températures extérieures très basses, et ce d'autant plus qu'en cas de périodes de refroidissement extrêmes, on peut renoncer à mettre l'installation en veilleuse.

Méthode de calcul

- Détermination des valeurs pour la température extérieure standard et la température extérieure moyenne annuelle.
- Détermination des valeurs pour la température intérieure standard de chaque pièce chauffée.
- Calcul du coefficient des déperditions par transmission standard. Ce coefficient est multiplié par la différence de température standard pour obtenir les déperditions par transmission standard.
- Addition des déperditions par transmission standard de toutes les pièces chauffées sans tenir compte du flux de chaleur entre les pièces chauffées. On obtient alors les déperditions par transmission à prendre en compte dans le dimensionnement pour l'ensemble du bâtiment.
- Calcul du coefficient des déperditions par ventilation standard. Ce coefficient est multiplié par la différence de température standard pour obtenir les déperditions par ventilation standard.
- Addition des déperditions par ventilation standard de toutes les pièces chauffées sans tenir compte du flux de chaleur entre les pièces chauffées. On obtient alors les déperditions par ventilation à prendre en considération dans le dimensionnement pour l'ensemble du bâtiment.
- Addition des valeurs de dimensionnement pour les déperditions par transmission et les déperditions par ventilation.
- Calcul de la puissance de chauffe requise pour le bâtiment compte tenu d'un facteur de correction pour conserver la puissance supplémentaire nécessaire pour la relance du chauffage.

3.2 Détermination du besoin en énergie thermique Q_h selon SIA 380/1 «L'énergie thermique dans le bâtiment» [2]

Le besoin en énergie thermique [MJ/m²] est la quantité de chaleur qui doit être délivrée dans une pièce chauffée pendant une période donnée (un an, un mois) pour garder la valeur de consigne de la température intérieure. Cette valeur est calculée par surface de référence énergétique [m²]. Il existe divers programmes de calcul du besoin en énergie thermique suivant la norme SIA 380/1 certifiés par l'OFEN [3]. Certains donnent également une évaluation des déperditions calorifiques de base.

Le calcul du besoin en énergie thermique ne peut se faire que si l'on dispose des informations suivantes:

- Indication de l'usage de la pièce
- Données climatiques du lieu concerné
- Surfaces de référence énergétiques détaillées
- Données pour les éléments de surfaces (surfaces, valeurs U, température intérieure des pièces chauffées adjacentes, supplément de température pour le chauffage par éléments chauffants et corps de chauffe situés devant des fenêtres ou des portes, facteurs de réduction à l'égard des pièces non chauffées et du sol)
- Données sur les ponts thermiques
- Données concernant les fenêtres (valeur g, facteurs d'ombrage etc.)
- Données sur la capacité d'accumulation thermique et sur le type de régulation de la température intérieure

3.3 Suppléments généraux concernant la puissance thermique à installer

Par suppléments généraux pour la puissance de chauffage requise Φ_h [kW] on entend:

- la réserve pour la relance du chauffage après une réduction de la température ambiante
- la couverture des pertes liées à la distribution de la chaleur
- la puissance thermique pour les installations techniques de ventilation ou pour la chaleur de processus

Immeubles d'habitation

En général, on ne compte pas de supplément pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS) dans les immeubles d'habitation. Dans les maisons familiales, le contenu du chauffe-eau devrait couvrir au moins les besoins d'une journée, de manière à ce que l'ECS soit réchauffée pendant la nuit, lorsque les besoins en chauffage sont moins grands. Dans les grands immeubles locatifs, l'espace disponible ne permet généralement pas de réchauffer la quantité d'ECS nécessaire pour une journée. L'échangeur de chaleur du chauffe-eau doit alors être conçu suivant la norme SIA 384/1 (installations de chauffage central) de manière à ce que le réservoir puisse être chauffé en une heure. Dans ce cas, l'installation de chauffage ne fonctionne

pas pendant que l'ECS est produite, sans qu'aucun compromis sur le confort thermique ne soit toutefois nécessaire. C'est pourquoi il n'y a généralement pas non plus de supplément pour la production de l'ECS dans les immeubles locatifs.

La nuit, une réduction de la température de l'air ambiant, ou plutôt une interruption du fonctionnement de l'installation de chauffage est indiquée. Pour la relance du chauffage dans les immeubles d'habitation, le supplément de puissance de chauffage est minime. Dans la plupart des cas, même les chaudières dont le dimensionnement est plutôt juste disposent d'une réserve de puissance étant donné que le renouvellement d'air est moins important que la valeur prise en compte dans les calculs suivant EN 12831:2003, surtout lorsque les températures extérieures sont fort basses. Actuellement, il existe également des régulateurs de chauffage permettant un réchauffement rapide avec un relèvement provisoire de la température de départ.

Remarque: Dans les immeubles d'habitation, un supplément de 10 % à 15 % par rapport à la puissance de chauffage calculée est suffisant pour la relance du chauffage et la couverture des pertes dues à la distribution de la chaleur.

3.4 Contrôle des résultats

Le contrôle des résultats se fait grâce à la puissance de chauffage spécifique. Cette valeur résulte de la division de la puissance de chauffe standard par la surface de référence énergétique (surface brute de plancher chauffé). Les valeurs doivent s'approcher des valeurs données dans le tableau.

Type de bâtiment	Valeur de contrôle
Maisons anciennes mal isolées	50 W/m ² à 70 W/m ²
Maisons anciennes bien isolées	40 W/m ² à 50 W/m ²
Nouvelles constructions répondant aux normes actuelles	30 W/m ² à 40 W/m ²
Immeubles abritant des activités de services et mal isolés	60 W/m ² à 80 W/m ²
Immeubles Minergie	25 W/m ² à 30 W/m ²
Immeubles Minergie-P	8 W/m ² à 13 W/m ²

Remarque: La puissance de chauffage spécifique est un instrument de contrôle assez grossier. Le dimensionnement se fait principalement suivant les méthodes décrites plus haut. La norme SIA 380/1 «L'énergie thermique dans le bâtiment» [2] énumère les coefficients énergétiques maximaux.

4 Remarques en matière d'économie d'énergie

- L'isolation systématique des conduites de distribution de chaleur, dans le respect des prescriptions cantonales, procure une réserve de puissance supplémentaire [5].
- Les paramètres de régulation utilisés doivent être annotés dans la documentation de service. La puissance thermique requise peut aisément être contrôlée au moyen d'un compteur de chaleur.

5 Bibliographie

Normes et directives

- [1] SIA 384.201 (EN 12831:2003): Systèmes de chauffage dans les bâtiments – Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base. SIA, Zurich 2003; www.sia.ch
- [2] SIA 380/1: L'énergie thermique dans le bâtiment SIA, Zurich 2006; www.sia.ch

Bibliographie, logiciels, services spécialisés

- [3] Programmes de calcul certifiés: www.bfe.admin.ch
→ Services → Outils de planification et d'aide à l'exécution
- [4] QM Chauffages au bois. Manuel de planification. ISBN 3-937441-93-X
- [5] Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) et/ou les directives cantonales, p. ex. le canton de Vaud, www.dse.vd.ch/environnement/energie/lois.htm

Commande de documents relatifs aux garanties de performance

Secrétariat MINERGIE®: 031 350 40 60, info@minergie.ch
Informations compl.: www.garantie-de-performance.ch