

QM

Chauffages au bois

Relevé de situation

Manuel du
tableau EXCEL

Août 2022
Version 37



Communauté de travail QM Chauffages au bois

Pour la Suisse :
Energie-bois Suisse avec le soutien financier de
l'Office fédéral de l'énergie
www.qmholzheizwerke.ch

Pour l'Allemagne :
Baden-Württemberg: HFR - Hochschule für
Forstwirtschaft Rottenburg
Bayern: C.A.R.M.E.N. e.V.
www.qmholzheizwerke.de

Pour l'Autriche :
AEE INTEC - Institut für Nachhaltige Technologien
www.klimaaktiv.at/qmheizwerke

Pour l'Italie :
APE FVG - Agenzia per l'Energia del Friuli
Venezia Giulia
www.ape.fvg.it

Ces sites Internet proposent des informations et
des publications sur le thème de l'énergie du bois.
Il est aussi possible d'y télécharger des logiciels

© Communauté de travail QM Chauffages au bois
2004 - 2022. Reproduction d'extraits autorisée
avec mention de la source.

QM Chauffages au bois[®] est une marque
enregistrée.

Team de la communauté de travail QM Chauffages au bois

Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie, CH
Andreas Keel, Holzenergie Schweiz, CH
Jürgen Good (Leitung), Verenum AG, CH
Stefan Thalmann, Verenum AG, CH
Andres Jenni, ardens GmbH, CH
Patrik Küttel, fokus-e gmbh, CH
Christian Ramerstorfer, AEE INTEC, AT
Sabrina Metz, AEE INTEC, AT
Stefan Retschitzegger, AEE INTEC, AT
Harald Schrammel, AEE INTEC, AT
Gilbert Krapf, C.A.R.M.E.N. e.V., DE
Niels Alter, C.A.R.M.E.N. e.V., DE
Christian Leuchtweis, C.A.R.M.E.N. e.V., DE
Harald Thorwarth, HFR, DE
Johanna Eichermüller, HFR, DE
Matteo Mazzolini, APE FVG, IT

Auteurs

Ruedi Bühler, Umwelt und Energie
Hans Rudolf Gabathuler,
Gabathuler Beratung GmbH
Hans Mayer, Mayer Ingenieur GmbH
Stefan Thalmann, Verenum AG

Les versions les plus récentes du tableau Excel et
du Manuel peuvent être téléchargées sur le site
«QM Chauffages au bois»:

www.qmholzheizwerke.ch / www.qmbois.ch
www.qmholzheizwerke.de
www.qmholzheizwerke.at

Table des matières

1.	Besoin en chaleur des différents clients.....	4
1.1	Nouvelles constructions	4
1.2	Bâtiments déjà construits	4
1.3	Espace à bâtir	5
2.	Besoin de l'ensemble de l'installation	6
2.1	Problèmes concernant le calcul de la puissance thermique à installer pour l'ensemble de l'installation.....	6
2.2	Courbe caractéristique de charge de la puissance thermique à installer	7
3.	Exigences définies dans le guide QM.....	8
3.1	Données caractéristiques requises pour chaque consommateur de chaleur	8
3.2	Données et courbes caractéristiques requises pour l'ensemble de l'installation.....	9
4.	Etat du relevé de situation lors des différentes étapes du projet	9
5.	Tableau EXCEL «relevé de situation»	11
5.1	Comment définit-on la courbe caractéristique de charge ?	11
5.1.1	Puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux dans les nouvelles constructions... ..	11
5.1.2	Puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux d'anciens bâtiments	13
5.1.3	Puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux pour installations avec courbe caractéristique de charge définie par des techniques de mesure	14
5.1.4	Puissance thermique à installer pour la préparation d'eau chaude	14
5.2	Courbe caractéristique de charge pondérée et courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer.....	15
5.3	Feuille EXCEL «Consommateurs»	17
5.3.1	Introduction des données du planificateur principal	17
5.3.2	Données caractéristiques calculées.....	18
5.4	Feuille EXCEL «Information generales»	19
5.4.1	Introduction des données du planificateur principal	19
5.4.2	Valeurs cumulées calculées.....	20
5.4.3	Données caractéristiques calculées.....	20
5.5	Feuille EXCEL «CentraleThermique»	21
5.5.1	Indications du concepteur principal.....	21
5.5.2	Valeurs caractéristiques calculées.....	22
5.6	Feuille EXCEL «Figures»	24
5.6.1	Courbe caractéristique de charge (Figure 14)	24
5.6.2	Courbes annuelles de la température extérieure (Figure 17)	25
5.6.3	Courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer (Figure 16)	25
5.6.4	Comparaison des besoins totaux en chaleur (Figure 15)	26
5.6.5	Parts de production (Figure 18)	27
5.6.6	Indications pour le dimensionnement.....	27
5.7	Feuille EXCEL «QM Tableau»	31
6.	Questions récurrentes (FAQ)	32
7.	Bibliographie.....	44

1. Besoin en chaleur des différents clients

1.1 Nouvelles constructions

Aujourd'hui, les **besoins annuels en chaleur pour le chauffage des locaux** devraient être calculés en Suisse, en Allemagne et en Autriche conformément à la norme DIN EN ISO 52016 [7]. Cette norme tient compte des gains thermiques dus au rayonnement solaire, aux personnes, aux appareils électriques, etc.

Le calcul des **besoins annuels en chaleur pour l'eau chaude** se fait généralement sur la base d'une utilisation standard donnée.

Aujourd'hui, la **puissance thermique standard à installer pour le chauffage des locaux** devrait être calculée en Suisse, en Allemagne et en Autriche conformément à la norme EN 12831 [8]. Cette norme ne tient pas compte des gains thermiques dus au rayonnement solaire, aux personnes, aux appareils électriques, etc. Par contre, une puissance de réchauffage supplémentaire, pour compenser les effets d'un chauffage intermittent, peut être prise en compte. Si la puissance de réchauffage n'est pas prise en compte, on obtient en principe la moyenne sur 24 heures sans prise en compte des gains thermiques.

La moyenne des puissances thermiques nécessaires pour l'**eau chaude** se calcule en divisant les besoins en chaleur pour la production de l'eau chaude par le nombre d'heures de chauffage (exploitation hivernale) resp. 8760 heures (exploitation sur toute l'année). La valeur de pointe de la puissance thermique nécessaire pour l'eau chaude est obtenue à partir de la puissance de raccordement du chauffe-eau. Comme on utilise en principe des chauffe-eaux à accumulation (la préparation d'eau chaude au moyen d'un chauffe-eau instantané est relativement rare), il suffit généralement de diviser les besoins annuels en chaleur pour l'eau chaude par 4000...6000 heures. On prend ainsi en compte une charge de pointe plus élevée que la moyenne théorique, la charge de pointe pouvant être supérieure à la moyenne certains jours (en fonction du jour de la semaine et de la saison).

La **température requise** résulte de la conception du système de chauffage, de la préparation d'eau chaude, etc. La conception des radiateurs, du chauffage au sol, des échangeurs de chaleur etc. se base généralement sur les données du fabricant.

1.2 Bâtiments déjà construits

Le calcul de la totalité des **besoins annuels en chaleur** se fait presque exclusivement sur la base de la consommation d'énergie finale enregistrée jusqu'ici (par ex. consommation de mazout jusqu'à ce moment-là) et du taux d'utilisation de l'installation actuelle de production de chaleur. On procède ensuite à une répartition entre chauffage des locaux, eau chaude et processus. Si l'on ne dispose d'aucune donnée fiable sur la consommation actuelle et s'il n'est pas possible d'effectuer une répartition entre chauffage des locaux, eau chaude et processus, il reste encore la possibilité de faire des mesures (cf. prochain alinéa) ou des estimations (cf. chapitre «Espace à bâtir»).

La meilleure méthode pour déterminer la **puissance thermique à installer** consiste à définir les courbes caractéristiques de charge à l'aide de mesures. Cela en vaut toujours la peine pour les grands consommateurs et pour la chaleur industrielle. Mais on ne peut effectuer des mesures que lorsqu'on a assez de temps à disposition et qu'il existe une installation de production de chaleur en état de fonctionnement.

On sait par expérience qu'il est rare de disposer de calculs utilisables de la puissance thermique à installer ou qu'ils reposent alors sur des méthodes de calcul dépassées. Les nouveaux calculs se heurtent généralement au manque de plans comportant les indications nécessaires sur la construction des murs, etc.

La méthode la plus fréquemment pratiquée pour l'estimation de la puissance thermique à installer se base sur les besoins actuels en chaleur:

■ Puissance thermique maximale nécessaire pour le **chauffage des locaux** : division de l'énergie de chauffage nécessaire par un nombre approprié d'heures de pleine exploitation (explication et restrictions voir Encadre 1).

■ Puissance thermique moyenne nécessaire pour **l'eau chaude** : division des besoins en chaleur par le nombre d'heures de chauffage (exploitation hivernale) resp. 8760 heures (exploitation sur toute l'année). Afin de prendre en compte une charge de pointe plus élevée que la moyenne théorique, les besoins annuels en chaleur pour l'eau chaude sont généralement divisés par 4000...6000 heures.

■ Puissance thermique moyenne nécessaire pour la **chaleur industrielle** : division des besoins en chaleur par les heures d'exploitation par année (estimées ou indiquées par le compteur d'heures de fonctionnement). Ici aussi, on prend en compte une charge de pointe maximale plus élevée aux besoins.

Il est possible d'estimer la **température requise** sur la seule base des consommateurs de chaleur à disposition (chauffage au sol, radiateurs, chauffe-eau, etc.). On recommande toutefois de mesurer les températures auprès des différents consommateurs de chaleur avec de basses températures extérieures et d'extrapoler les paires de valeurs mesurées (température aller/retour, température extérieure) à des valeurs de conception.

Les mesures d'économie d'énergie à venir doivent être prises en compte dans les besoins annuels de chauffage, le rendement et les besoins en température.

Nombre d'heures de pleine exploitation pour le chauffage des locaux

Les heures de marche à pleine charge pour le chauffage des locaux [h/a] se définit comme la division de l'énergie de chauffage nécessaire [kWh/a] par la puissance thermique maximale nécessaire pour le chauffage des locaux [kW]. Les heures de marche à pleine charge dépendent de la courbe de distribution annuelle de la température extérieure sur les lieux de l'installation, de la température ambiante, de la limite de chauffage et de l'importance de la part ne dépendant pas de la température extérieure.

■ Les nombres d'heures de pleine exploitation indiqués dans le Tableau 6 s'appliquent à des bâtiments résidentiels (chauffage des locaux sans eau chaude) construits avant 1990 environ (pour d'autres indications, cf. FAQ au chap. 4.6).

■ Ces heures de pleine exploitation ne peuvent s'appliquer aux nouvelles constructions et aux maisons existantes bénéficiant d'une excellente isolation thermique et caractérisées par des limites de chauffage inférieures à 15°C ; on obtient ici des valeurs plus basses (cf. FAQ 2).

■ D'une manière générale, on ne devrait pas utiliser le calcul basé sur les heures de marche à pleine charge pour les bâtiments qui ne sont pas résidentiels car l'exploitation restreinte et les rejets thermiques internes peuvent être très différents dans ces bâtiments. (Cf. FAQ 3 et FAQ 6).

Encadre 1

1.3 Espace à bâtir

L'estimation des **besoins en chaleur** se fait sur la base de la surface de référence énergétique et des besoins spécifiques en chaleur. La valeur du besoin spécifique en énergie de chauffage ne devrait en aucun cas être trop haute dans le calcul. Les besoins spécifiques de chaleur pour l'eau chaude sont intégrés dans le calcul en fonction d'une utilisation standard.

Tout comme pour les constructions existantes (voir chapitre en question), il est possible de calculer la **puissance thermique à installer** à partir des besoins en chaleur (estimés, dans ce cas).

L'estimation de la **température requise** se fait sur la base des consommateurs de chaleur concernés.

2. Besoin de l'ensemble de l'installation

2.1 Problèmes concernant le calcul de la puissance thermique à installer pour l'ensemble de l'installation

L'estimation de la puissance thermique à installer pour l'ensemble de l'installation à partir des données des différents consommateurs de chaleur pose souvent problème :

- Les besoins en puissance thermique pour l'ensemble de l'installation s'obtiennent en combinant des valeurs calculées avec des marges de sécurité plus ou moins grandes et des valeurs réellement mesurées, sans marges de sécurité.
- La puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux, calculée conformément à la norme EN 12831 [8], est basée sur une température extérieure standard. Par contre, les courbes caractéristiques de charge déterminées par des mesures techniques se rapportent à des températures extérieures réelles.
- Les besoins standards en puissance thermique pour le chauffage des locaux, calculés selon la norme EN 12831 [8], ne prennent pas en compte les gains thermiques dus au rayonnement solaire, aux personnes, aux appareils électriques, etc. Par contre, les courbes caractéristiques de charge définie par des techniques de mesure tiennent correctement compte des gains thermiques.
- Pour estimer la puissance thermique à installer pour le chauffage des bâtiments moins récents à partir des besoins en chaleur, on a besoin d'un nombre d'heures de pleine exploitation qui dépend de la courbe de distribution annuelle de la température extérieure sur le lieu de l'installation, de la température ambiante, de la limite de chauffage et de l'importance de la part qui ne dépend pas de la température extérieure. Quelles sont les heures de marche à pleine charge qu'il y a lieu de prendre en compte ?
- Le calcul de l'énergie de chauffage supplémentaire nécessaire afin de compenser les effets d'un chauffage intermittent (par ex. chauffage le lundi matin dans des bureaux après un chauffage réduit durant le week-end) n'est souvent pas pris en compte.
- Les courbes caractéristiques de charge déterminées par des techniques de mesure peuvent être établies pour différents cas de charge en ramenant des moyennes journalières à des moyennes sur 1 heure. Il faut toutefois considérer que les charges de pointe déterminées par des méthodes de mesure ne dépendent pas seulement du consommateur de chaleur, mais aussi de l'installation de production de chaleur qui a été utilisée lors des mesures. Cette dernière constitue un facteur plus ou moins limitant !
- Les courbes caractéristiques de charge déterminées par des techniques de mesure montrent souvent un pourcentage considérable de puissance thermique à installer indépendamment de la température extérieure. Comment tenir compte de cette part de la puissance thermique à installer indépendante de la température extérieure pour le chauffage des nouvelles constructions ?
- La moyenne des puissances thermiques nécessaires pour l'eau chaude (besoins annuels de chaleur pour l'eau chaude divisés par 8760 heures) est quelque chose de tout différent de la valeur de pointe de la puissance thermique à installer pour l'eau chaude (puissance de raccordement du chauffe-eau). Il est fréquent aussi que la consommation d'eau chaude diffère de jour en jour (en fonction des jours de la semaine et de la saison).

Pour déterminer les données chiffrées de l'ensemble de l'installation en restant le plus près possible de la réalité, en se basant à la fois sur des calculs et sur des valeurs réellement mesurées, il faut donc répondre aux questions suivantes :

- Comment tient-on compte des gains thermiques dans les nouvelles constructions ?
- Combien d'heures de pleine exploitation faut-il pour déterminer la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux sur la base des besoins actuels en chaleur des bâtiments existants ?
- Comment tenir compte de cette part de la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux qui ne dépend pas de la température extérieure ?

- Dans quelle mesure emploie-t-on de l'énergie de chauffage supplémentaire pour compenser les effets d'un chauffage intermittent dans l'ensemble de l'installation ?
- A quelle température extérieure adapte-t-on l'ensemble de l'installation ?

2.2 Courbe caractéristique de charge de la puissance thermique à installer

La présentation de la puissance thermique à installer sous la forme d'une courbe caractéristique de charge avec les températures extérieures les plus réelles possibles est décrite ci-après. Cette méthode est issue de la pratique, dans le cadre des mesures effectuées lors d'assainissements et d'agrandissements de grandes installations de technique domestique. Elle requiert des décisions prises sur une base empirique. Son grand avantage est qu'elle permet de représenter avec clarté une combinaison de chiffres obtenus par calcul, par mesures et déduits à partir de la consommation d'énergie enregistrée jusqu'à ce moment-là.

Cette méthode se base sur les principes fondamentaux que voici :

- Le chauffage des locaux, l'eau chaude et les processus doivent être considérés séparément pour chaque consommateur de chaleur. Une stricte répartition entre chauffage des locaux, eau chaude et processus est donc nécessaire.
- Pour les bâtiments résidentiels habituels, on prend en compte la moyenne journalière de la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux. Les expériences faites à ce jour et de nombreuses mesures montrent en effet que la chaleur nécessaire à des locaux d'habitation pour une certaine température extérieure (également moyenne journalière) peut être fournie n'importe quand dans un délai de 24 heures – pour ainsi dire en «paquets». Il suffit qu'à chaque fois le bilan soit à nouveau satisfaisant après 24 heures. Ce qu'on appelle les baisses nocturnes ne sont donc guère sensibles dans les bâtiments résidentiels habituels. Cela s'applique surtout aux bâtiments résidentiels construits après 1985 et aux bâtiments plus anciens mais bien assainis sur le plan thermique. En outre, on peut aussi arrêter si nécessaire les baisses nocturnes quand les températures extérieures sont très basses !
- Seules les installations vraiment délicates, en particulier caractérisées par une exploitation réduite en fin de semaine et par le risque que des installations d'aération insufflent de l'air froid, sont dimensionnées – de la façon la plus équilibrée possible – en fonction des charges de pointe.
- La puissance thermique à installer pour la préparation d'eau chaude est prise en compte comme moyenne la plus élevée constatée (mais pas comme valeur de pointe). Toutes les installations devraient donc être des chauffe-eaux à accumulation et la majeure partie des installations devraient être équipées d'un système de «priorité au chauffe-eau».
- Des facteurs de sécurité et des suppléments de charge de pointe sont calculés auprès des différents consommateurs de chaleur et doivent se justifier de manière plausible. Chaque consommateur de chaleur est donc intégré de la façon la plus réaliste possible dans le calcul général de sorte qu'aucun facteur de simultanéité n'est normalement nécessaire. (Cependant, des facteurs de simultanéité modérés ne sont évidemment pas «interdits».) Il ne faut pas oublier que, même si l'on prend des «risques» en acceptant certains consommateurs de chaleur, il reste des marges de sécurité considérables chez d'autres consommateurs de chaleur, si bien qu'il existe donc toujours une certaine forme de compensation.
- La représentation se fait sous la forme d'une courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation (explication voir encadré). Pour le chauffage des locaux, on distingue une part dépendante et une part indépendante de la température extérieure (indépendamment des parts également indépendantes de la température extérieure de la puissance thermique à installer pour l'eau chaude et la chaleur industrielle ainsi que des pertes de puissance de la conduite d'alimentation).
- La perte de puissance moyenne de la conduite d'alimentation est calculée sur la base des indications du fabricant.

Passer par la courbe caractéristique de charge présente le grand avantage de permettre de calculer la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer, à l'aide de la courbe de distribution annuelle de la température extérieure (explications voir Encadre 2).

Courbe caractéristique de charge

La courbe caractéristique de charge représente la puissance thermique à installer en fonction des moyennes journalières de température extérieure. Il faut toujours utiliser la moyenne sur 24 heures pour la température extérieure. En revanche, la puissance thermique à installer peut-être une moyenne journalière (par ex. bâtiments résidentiels) ou une valeur de pointe (par ex. banque). La courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation résulte de la superposition de plusieurs courbes caractéristiques de charge (voir par exemple Figure 14). Dans le tableau Excel „Relevé de situation“ deux courbes caractéristiques de charges sont utilisées :

- La courbe caractéristique de charge pour la conception de l'ensemble de l'installation (présentée en traits continus dans la Figure 14)
- La courbe caractéristique de charge pondérée pour le calcul de la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer, (présentée en traits discontinus dans la Figure 14)

Courbe de distribution annuelle de la température extérieure

La courbe de distribution annuelle de la température extérieure représente la fréquence cumulée de la température extérieure en nombre de jours par année. On peut par exemple découvrir dans la Figure 17 que la moyenne journalière sur 10 ans de la température extérieure à Zürich/Fluntern (CH) a été inférieure à 4°C pendant 104 jours.

Courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer

La courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer résulte de la courbe caractéristique de charge pondérée et de la courbe de distribution annuelle de la température extérieure. On peut par exemple découvrir dans la Figure 16 que la puissance thermique à installer est supérieure à 760 kW pendant 104 jours. Les besoins en chaleur pour ces 104 jours résultent de la surface située sous la courbe.

Encadre 2

3. Exigences définies dans le guide QM

Le guide QM [1] prévoit la réalisation d'un contrôle de vraisemblance pour chaque consommateur de chaleur et pour l'ensemble de l'installation. Ce contrôle requiert le calcul de données et de courbes caractéristiques. Ces données et ces courbes caractéristiques doivent ensuite être comparées par le mandataire-qualité avec des données figurant dans la littérature et avec des valeurs empiriques propres.

3.1 Données caractéristiques requises pour chaque consommateur de chaleur

Le guide QM [1] exige les données caractéristiques suivantes (point E.2.4) pour effectuer le contrôle de vraisemblance pour chaque consommateur de chaleur :

- Heures de marche à pleine charge chauffage des locaux [h/a]
- Heures de marche à pleine charge eau chaude [h/a]
- Heures de marche à pleine charge chaleur industrielle [h/a]
- Besoins spécifiques en chaleur [kWh/(m²a)]
- Besoins spécifiques en puissance thermique à installer [W/m²]
- Besoins spécifiques en énergie pour l'eau chaude [kWh/(m²a)]

3.2 Données et courbes caractéristiques requises pour l'ensemble de l'installation

Le guide QM [1] exige les données et courbes caractéristiques suivantes pour le contrôle de vraisemblance concernant l'ensemble de l'installation (point E.2.6) :

- Température aller max. du côté des consommateurs de chaleur [°C] (plus haute valeur constatée)
- Température max. retour principal [°C] (moyenne la plus élevée du retour principal)
- Heures de marche à pleine charge chauffage chaleur ambiante pour l'ensemble de l'installation [h/a]
- Heures de marche à pleine charge eau chaude pour l'ensemble de l'installation [h/a]
- Heures de marche à pleine charge chaleur industrielle pour l'ensemble de l'installation [h/a]
- Besoins spécifiques en chaleur pour l'ensemble de l'installation [kWh/(m²a)]
- Besoins spécifiques en chaleur pour l'eau chaude sur l'ensemble de l'installation [kWh/(m²a)]
- Besoins spécifiques en puissance thermique à installer chauffage des locaux pour l'ensemble de l'installation [kWh/(m²a)]
- Courbe caractéristique de charge en fonction de la température extérieure, présentée comme une somme :
 - Puissance thermique à installer chauffage chaleur ambiante dépendante de la température extérieure [kW]
 - Puissance thermique à installer chauffage chaleur ambiante non dépendante de la température extérieure [kW]
 - Puissance thermique à installer eau chaude [kW]
 - Puissance thermique à installer chaleur industrielle [kW]
 - Puissance dissipée conduite à distance [kW]
- Courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer calculée à partir de la somme des courbes caractéristiques de charge susmentionnées
- Calcul indépendant des besoins totaux en chaleur à l'aide de la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer, afin d'effectuer une comparaison avec la somme des besoins en chaleur indiqués par le planificateur principal.

4. État du relevé de situation lors des différentes étapes du projet

Le relevé de situation est un processus itératif. Au cours du projet QM Chauffages au bois, un relevé de situation a été effectué pour la première fois lors de la 2^e étape du projet. Ce relevé sera répété à l'étape 3, lorsque le projet sera mis en soumission, puis à l'étape 5, après l'optimisation du processus. A l'étape 4, à l'occasion de la réception, le relevé de situation sera au moins vérifié et la documentation de l'installation mise à jour.

Chaque étape présente certes des informations additionnelles, mais la marge de manœuvre diminue. Alors qu'à l'étape 2, une modification peut être manuscrite, aux étapes 4 et 5, l'installation est déjà montée et une erreur d'appréciation entraîne des conséquences financières.

Le Tableau 3 présente un aperçu de l'état du relevé de situation pour une étape individuelle. La 4^e colonne «Production de chaleur» ne sera traitée qu'au chapitre 6, mais est mentionnée ici pour plus de clarté.

Étape	Consommateurs de chaleur	Réseau de chaleur	Production de chaleur
2 Étude du projet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Une liste des consommateurs de chaleur potentiels existe, dont au moins 70% devraient avoir signé une déclaration d'intention ■ Pour les bâtiments neufs, les données de planification sur les besoins de chaleur, la puissance thermique requise et les besoins en température sont disponibles (avec un niveau de précision fonction de l'avancement du projet) ■ Les données de consommation de combustible sont disponibles pour les bâtiments existants 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Un plan de situation est disponible, avec l'emplacement de la centrale de chauffage, les conduites principales et secondaires et les raccordements d'immeuble ■ Le réseau de conduites à distance est approximativement déterminé quant aux largeurs nominales (pas encore de calcul précis du réseau de distribution) ■ Les pertes par la conduite à distance ont été déterminées approximativement à partir de la densité de raccordement 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les besoins de chaleur, la puissance thermique requise et les besoins en température sont connus (cf. colonnes « consommateurs de chaleur » et « réseau de chaleur ») ■ L'assortiment de combustibles et leur disponibilité sont connus ■ Le choix du système (type de chauffage, monovalent/bivalent, nombre de chaudières) est fait ■ La répartition de la puissance entre les chaudières a été prévue ■ Les modes de fonctionnement estival et hivernal sont fixés
3 Projet de mise en soumission	<ul style="list-style-type: none"> ■ La liste des consommateurs de chaleur pour le premier niveau d'aménagement et l'aménagement final est définitivement établie ■ Pour les bâtiments neufs, les données les plus récentes de planification sur les besoins de chaleur, la puissance thermique requise et les besoins en température sont disponibles ■ Pour les bâtiments existants, les données de consommation de combustible ont été vérifiées et les besoins en température sont connus de façon fiable (par des mesures si possible) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'emplacement de la centrale de chauffage et le tracé des conduites principales et secondaires et des raccordements d'immeuble sont fixés définitivement ■ Les largeurs nominales et la perte de charge du réseau de conduites à distance sont définitivement fixées ■ Les pertes par la conduite à distance ont été calculées à partir de la conception définitive du réseau 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'assortiment de combustibles est définitivement fixé, le contrat de livraison de combustible est disponible ■ Le branchement standard est fixé ou il existe une description équivalente avec schéma de principe, description fonctionnelle, concept de mesure etc. ■ Le schéma de principe définitif, avec puissances, températures et débits, est disponible
4 Réception	<ul style="list-style-type: none"> ■ La liste des consommateurs de chaleur a été mise à jour 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les modifications relatives aux plans d'exécution ont été apportées à la documentation de l'installation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les modifications relatives aux plans d'exécution ont été apportées à la documentation de l'installation
5 Optimisation de l'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'optimisation de l'exploitation est terminée ■ La liste des consommateurs de chaleur effectivement raccordés pendant la première année de fonctionnement est établie ■ La consommation de chaleur effective, la puissance de pointe requise et les besoins en température des consommateurs de chaleur de la liste sont connus ■ Une comparaison des possibilités réelles d'évolution et des demandes de raccordement des consommateurs de chaleur est réalisée ■ Si nécessaire, un concept de publicité pour de nouveaux consommateurs de chaleur a été établi 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'optimisation de l'exploitation est terminée ■ Les modifications exécutées à la suite de l'optimisation de l'exploitation ont été apportées à la documentation de l'installation ■ Les pertes de chaleur effectives par la conduite à distance pour la première année de fonctionnement sont connues approximativement (compteur de production de chaleur – somme des compteurs des consommateurs de chaleur) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ L'optimisation de l'exploitation est terminée ■ Les modifications exécutées à la suite de l'optimisation de l'exploitation ont été apportées à la documentation de l'installation ■ La charge effective de la chaudière est connue (nombres d'heures à pleine charge)

Tableau 3 : Vue d'ensemble du relevé de situation à chaque étape significative

5. Tableau EXCEL «Relevé de situation»

Le tableau EXCEL «Relevé de situation» a été développé pour simplifier le calcul des données et des courbes caractéristiques requises dans le guide QM [1]. L'idée de base consiste à comparer les données des différents consommateurs de chaleur définies par le planificateur principal et de l'ensemble de l'installation avec l'aide de la courbe de distribution annuelle, sur les lieux de l'installation.

Important

Le tableau EXCEL «Relevé de situation» permet

- au planificateur principal de déterminer la courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation dans le guide QM [1] à partir de la puissance thermique nécessitée par les différents consommateurs de chaleur ;
- au planificateur principal de déterminer la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer à partir de la courbe caractéristique de charge, des données climatologiques et des exigences de confort pour le chauffage des locaux ;
- au planificateur principal de déterminer la partie produite par la chaudière à bois ;
- d'effectuer un contrôle de vraisemblance des données de conception fournies par le planificateur principal.

Le tableau EXCEL «Relevé de situation» simplifie le contrôle de vraisemblance des données de conception fournies par le planificateur principal, car les données et courbes caractéristiques requises par le QM Chauffages au bois sont calculées automatiquement. Ce tableau ne constitue pas un instrument de planification permettant de déterminer la puissance thermique à installer ni les besoins en chaleur des différents consommateurs de chaleur, mais il peut être utilisé pour établir la puissance thermique à installer pour l'ensemble de l'installation (courbe caractéristique de charge) et pour dimensionner la chaudière à bois dans le cadre d'une installation bivalente.

C'est toujours le calcul du planificateur principal qui fait foi pour la conception définitive de l'installation.

Encadre 4

5.1 Comment définit-on la courbe caractéristique de charge ?

5.1.1 Puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux dans les nouvelles constructions

La courbe caractéristique de charge est obtenue par analogie à partir du calcul conforme à la norme EN 12831 [8] avec une puissance thermique 0 à température ambiante jusqu'à une puissance thermique standard avec une température extérieure standard. Cette courbe caractéristique de charge est décalée en deux étapes conformément à la Figure 5:

1. Décalage parallèle vers la gauche correspondant aux gains thermiques. On obtient ainsi la nouvelle courbe caractéristique de charge avec une puissance thermique de 0 à la limite de chauffage et une puissance thermique standard avec

$$\begin{aligned} & \text{Température extérieure standard} \\ - & \text{Température ambiante} \\ + & \text{Limite de chauffage} \\ \hline = & \text{Température extérieure décalée} \end{aligned}$$

Cette étape tient compte du fait que la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux, calculée selon la norme EN 12831 [8], ne prend pas en considération les gains thermiques dus au rayonnement solaire, aux personnes, aux appareils électriques etc. Lors du contrôle de vraisemblance avec le tableau EXCEL «Relevé de situation», l'étape 1 est franchie automatiquement pour tous les consommateurs de chaleur en commun.

2. Il faut maintenant tenir compte que, dans une installation réelle, une partie de la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux ne dépend souvent pas de la température extérieure. Un décalage de la limite de chauffage conformément à la Figure 5 suffit généralement. En effet, les calculs contiennent suffisamment de réserves et ils tiennent encore souvent compte dans une large part de pourcentages indépendants de la température extérieure (par ex. pertes de distribution), de sorte qu'un décalage parallèle est superflu. Dans le contrôle de vraisemblance au moyen du tableau EXCEL «Relevé de situation», l'étape 2 a lieu seulement à la limite de chauffage pour l'ensemble des consommateurs de chaleur.

Des expériences faites en Suisse ont montré que cette méthode – en particulier quand elle est appliquée à tout un réseau thermique – offre des marges de sécurité suffisantes même si l'on tient compte de petites puissances supplémentaires de chauffage nécessaire afin de compenser les effets d'un chauffage intermittent.

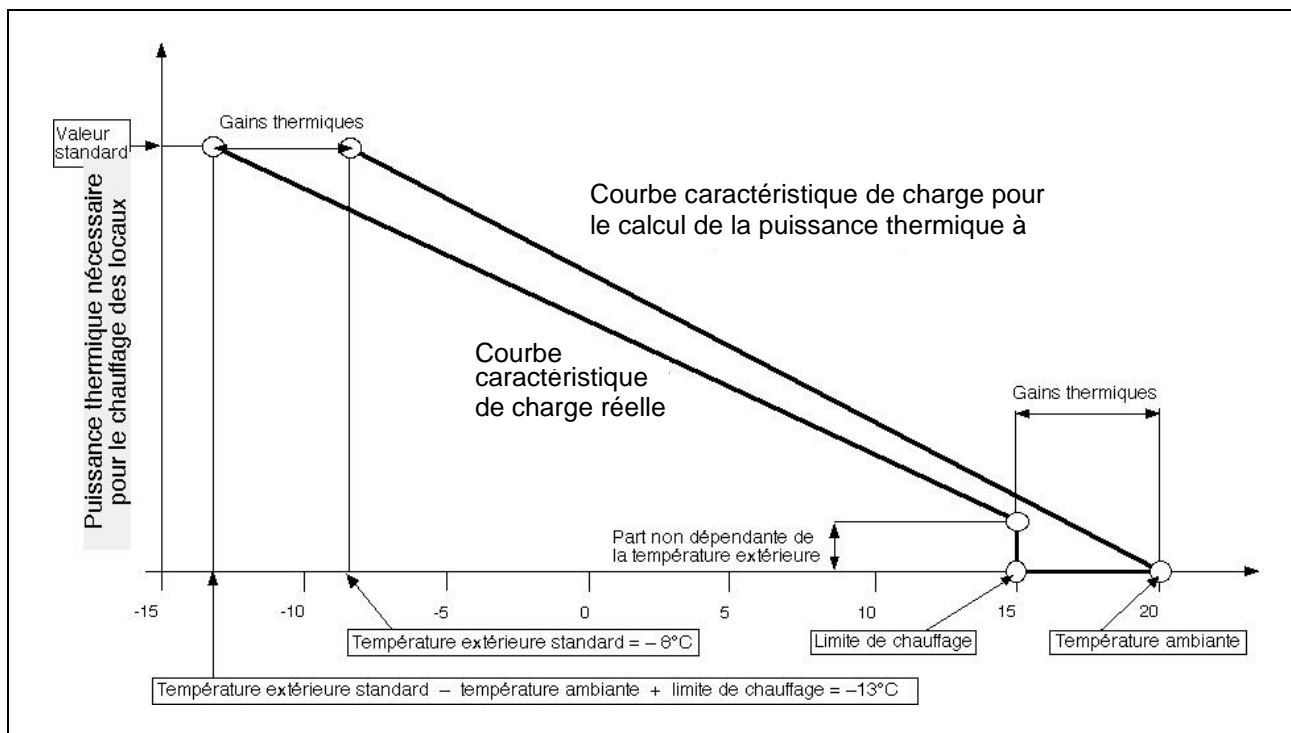


Figure 5: Calcul de la courbe caractéristique de charge réelle à partir de la courbe de charge selon le calcul de la puissance thermique requise, obtenue par translation vers la gauche selon la récupération de chaleur et vers le haut selon une partie indépendante de la température extérieure.

Lieu	Nombres d'heures à pleine charge pour les immeubles d'habitation, calculés à l'aide du programme Excel «Relevé de situation», à partir de données empiriques de Suisse	Nombres d'heures à pleine charge pour les immeubles d'habitation utilisés habituellement dans chaque pays
Zurich (CH)	2050 h/an*	2000...2100 h/an*
Davos (CH)	2800 h/an*	2600...3000 h/an*
Locarno-Monti (CH)	1800 h/an*	1700...1900 h/an*
Université de Graz (AT)	(1900 h/an)**	1800...1875 h/an***
Tamsweg (AT)	(2350 h/an)**	1766...1840 h/an***
Vienne centre-ville (AT)	(1700 h/an)**	1714...1813h/an***
Aéroport de Munich (DE)	(2050 h/an)**	1913 h/an****
Karlsruhe (DE)	(1750 h/an)**	1611 h/an****

* Données empiriques à long terme de Suisse. Les chiffres sont en partie prescrits par les Ordonnances cantonales sur l'énergie.

** Les chiffres pour l'Autriche et l'Allemagne ont été calculés uniquement à partir de la courbe de distribution annuelle avec le programme Excel «Relevé de situation» sur la base des valeurs suisses. Ces valeurs ne devraient être utilisées qu'à titre de comparaison en Allemagne et en Autriche.

*** Source : Handbuch für Energieberater (Manuel pour les conseillers en énergie).

**** Source : Recknagel/Sprenger/Hönmann, Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik (Manuel pratique du génie climatique) 90/91.

Tableau 6: Nombres d'heures à pleine charge pour les immeubles d'habitation (chauffage, sans l'eau chaude). Ces nombres d'heures à pleine charge ne doivent pas être appliqués aux bâtiments neufs et aux bâtiments existants très bien isolés avec limites de chauffage inférieures à 15 °C.

5.1.2 Puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux d'anciens bâtiments

Le «Côté froid» de la courbe caractéristique de charge s'obtient en divisant les besoins en chaleur enregistrés jusqu'à maintenant par les heures de marche à pleine charge. Les heures de marche à pleine charge doivent être déterminées de façon à obtenir la puissance thermique avec

$$\begin{aligned} & \text{Température extérieure standard} \\ - & \text{Température ambiante} \\ + & \text{Limite de chauffage} \\ \hline = & \text{Température extérieure décalée} \end{aligned}$$

(Donc de manière analogue aux nouvelles constructions de la Figure 5).

Les nombres d'heures de pleine exploitation pour les bâtiments résidentiels sans puissance de réchauffage supplémentaire pour compenser les effets d'un chauffage intermittent ont été calculés dans le Tableau 6 – à partir de valeurs empiriques prises en Suisse – à l'aide du programme EXCEL «Relevé de situation», avec les conditions-cadres suivantes :

- Température ambiante = 20°C
- Température extérieure plus basse = moyenne journalière plus basse de 2002-2011 pour la station climatologique choisie
- Limite de chauffage = 15°C
- Part de la puissance thermique à installer ne dépendant pas de la température extérieure = 5%

La FAQ 1 (chapitre 5) décrit comment déterminer les heures de marche à pleine charge d'une station climatologique précise pour des conditions-cadres données. Pour ce faire, il faut indiquer dans quelle mesure l'énergie de chauffage nécessaire H1 (colonne de droite «Chauffage des locaux» dans la Figure 15), calculée à partir des besoins maximums en puissance thermique à l'aide de la courbe de distribution annuelle, est plus ou moins importante que l'énergie de chauffage nécessaire H2, à partir de laquelle on calcule les heures de marche à pleine charge (colonne de gauche «Chauffage des locaux» dans la Figure 15). Ce qui est exprimé par le facteur de réserve, défini comme suit :

$$\text{Facteur de réserve} = H1 / H2$$

Avec les conditions-cadres mentionnées auparavant, on obtient le même facteur de réserve de 1,05 pour tous les nombres d'heures de pleine exploitation figurant dans le Tableau 6. Par rapport au programme EXCEL, cela signifie que dans la Figure 15, la colonne de droite «Chauffage des locaux» est de 5% plus haute que celle de gauche. Si l'on modifie maintenant une ou deux conditions-cadres, le facteur de réserve de 1,05 mentionné se modifie comme suit :

- Température ambiante = 22°C (ou température extérieure plus basse : plus basse de 2 K)	→ Facteur de réserve se réduit à	0,99
- Limite de chauffage = 13°C	→ Facteur de réserve se réduit à	0,83
- Température ambiante = 18°C et limite de chauffage = 13°C	→ Facteur de réserve se réduit à	0,88
- Part de la puissance thermique à installer non dépendant de la température extérieure = 0%	→ Facteur de réserve se réduit à	0,93
- Température ambiante = 18°C (ou température extérieure plus basse : plus élevée de 2 K)	→ Facteur de réserve s'élève à	1,11
- Limite de chauffage = 17°C	→ Facteur de réserve s'élève à	1,28
- Température ambiante = 22°C et limite de chauffage = 17°C	→ Facteur de réserve s'élève à	1,21
- Part de la puissance thermique à installer non dépendant de la température extérieure = 10%	→ Facteur de réserve s'élève à	1,16

Lors d'une modification de la température ambiante, la limite de chauffage devrait toujours être adaptée, car le gain thermique reste en général le même (exemple : 20/15°C modifié pour 18/13°C ou 22/17°C). Une réduction sensible du facteur de réserve découle surtout d'une limite de chauffage plus basse ou d'une part moindre de la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux non dépendant de la température extérieure. Cela devrait être pris en considération pour différents consommateurs de chaleur. Avec les réseaux thermiques approvisionnant des ensembles d'habitation existants, on met en principe toutes les chances de son côté. En effet, ils présentent généralement des limites de chauffage de 15...17°C et, conformément aux expériences faites, la part de la puissance thermique pour le chauffage des locaux non dépendant de la température extérieure se situe autour de 5...10% (indépendamment de la puissance thermique à installer pour l'eau chaude, également indépendante de la température extérieure, et des pertes de puissance de la conduite d'alimentation).

5.1.3 Puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux pour installations avec courbe caractéristique de charge définie par des techniques de mesure

Pour les habitations, on peut utiliser la courbe caractéristique de charge des moyennes sur 24 h avec une marge de sécurité modérée et une température extérieure décalée d'une manière correspondant aux gains thermiques, déterminée conformément à la Figure 5 pour les nouvelles constructions et les constructions plus anciennes :

$$\begin{array}{l}
 \text{Température extérieure standard} \\
 - \text{ Température ambiante} \\
 + \text{ Limite de chauffage} \\
 \hline
 = \text{ Température extérieure décalée}
 \end{array}$$

Pour les installations plus complexes, on peut utiliser une courbe caractéristique de charge de pointe pour autant que cela paraisse nécessaire (évent. avec marge de sécurité).

5.1.4 Puissance thermique à installer pour la préparation d'eau chaude

Pour les chauffe-eaux à accumulation avec «Priorité au chauffe-eau», on peut intégrer dans le calcul les moyennes données dans le Tableau 7. Ces valeurs correspondent à peu près à un nombre d'heures de pleine exploitation de 4000...6000 h/a.

Pour de petits chauffe-eaux et pour la préparation d'eau chaude au moyen d'un chauffe-eau instantané, on utilisera des valeurs de pointe qui seront à nouveau réduites par un facteur de simultanéité pour l'ensemble de l'installation. Il ne faudrait pas surestimer l'importance de cas spéciaux, comme par exemple une importante consommation due à l'organisation d'une manifestation sportive dans une salle de gymnastique. De plus, ces manifestations n'ont pas forcément lieu quand la température extérieure est la plus basse.

Application	Puissance thermique requise pour l'eau chaude, chauffe-eau accumulateur avec priorité au chauffe-eau, par personne	Puissance thermique requise pour l'eau chaude, chauffe-eau accumulateur avec priorité au chauffe-eau, par surface de référence énergétique
Maison individuelle	250 W/personne	5 W/m ²
Immeuble collectif	200 W/personne	8 W/m ²

Tableau 7: Puissance thermique requise pour l'eau chaude, chauffe-eau accumulateurs avec «priorité au chauffe-eau» (valeurs empiriques de Suisse).

5.2 Courbe caractéristique de charge pondérée et courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer

La courbe caractéristique de charge peut nous dire quelle est la puissance thermique à installer pour une température extérieure précise. On peut ainsi dimensionner la puissance thermique de la chaudière à bois pour une installation monovalente comprenant une seule chaudière ou la puissance thermique totale de l'installation de production de chaleur comprenant plusieurs chaudières. Cette courbe caractéristique de charge est toutefois inadéquate pour

- la répartition de la puissance des chaudières pour une installation comprenant plusieurs chaudières,
- le calcul de la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer,
- le calcul de la totalité des besoins en chaleur de l'installation

C'est pourquoi, une **courbe caractéristique de charge pondérée** (en traits discontinus dans la Figure 14) est calculée en plus de la courbe caractéristique de charge dont il a été question jusqu'ici (qui figure en courbe continue dans la Figure 14). Les formules utilisées sont synthétisées dans le Tableau 9.

Les calculs EXCEL pour l'ensemble de l'installation partent du principe que tous les consommateurs de chaleur se caractérisent par la même température ambiante et la même limite de chauffage. Ce n'est pas toujours le cas : les homes pour personnes âgées, les hôpitaux, etc. requièrent généralement une température ambiante plus élevée que les habitations standards. En revanche, cette température ambiante est plus basse dans les salles de sport. On peut en tenir compte comme suit :

■ On choisit comme température ambiante la température ambiante du principal groupe de consommateurs de chaleur, par exemple 20°C. Sans correction de la courbe caractéristique de charge, les besoins annuels de chaleur calculés seraient par exemple trop bas dans les hôpitaux resp. trop élevés dans les salles de sport. Cela peut se corriger avec le facteur de correction F1 «Besoins en énergie de chauffage du consommateur de chaleur».

Les bâtiments qui ne sont pas chauffés à fond pendant tout l'hiver, par ex. les écoles avec les vacances de Noël, d'hiver et de printemps (en Suisse 3...5 semaines pendant la période de chauffage), présentent généralement de plus faibles besoins annuels en chaleur que les bâtiments résidentiels, par rapport à leur puissance thermique à installer (c'est-à-dire un plus petit nombre d'heures de pleine exploitation). Une correction est également possible dans ce cas.

■ On peut tenir compte d'une exploitation restreinte pour le chauffage des locaux avec un facteur F1 < 1

Un appel de puissance pour le chauffage des locaux se répercute sur la consommation de puissance de l'installation de production de chaleur. Mais il n'y a pas (ou pratiquement pas) d'influence sur les besoins annuels en chaleur pour le chauffage des locaux.

■ Le facteur F2 «Appel de puissance des consommateurs de chaleur» n'est pris en compte que dans la «véritable» courbe caractéristique de charge ; en revanche, l'influence de l'appel de puissance est négligée dans la courbe caractéristique de charge pondérée.

Des facteurs de simultanéité pour l'ensemble de l'installation peuvent être introduits séparément pour le chauffage des locaux (F3), l'eau chaude (F4) et la chaleur industrielle (F5). Mais seules de véritables «Non-simultanités» devraient être prises en considération (par ex. chaleur industrielle d'installations, qui ne sont pas en fonction en même temps ; eau chaude dans une station d'hiver).

■ Les facteurs de simultanéité F3, F4 et F5 ne sont pris en compte que dans la «véritable» courbe caractéristique de charge ; ils sont par contre négligés dans la courbe caractéristique de charge pondérée. Comme on renonce délibérément à un contrôle de vraisemblance pour l'eau chaude et la chaleur industrielle, on utilise ici les chiffres indiqués par le planificateur principal pour les besoins en chaleur pour la courbe caractéristique de charge pondérée.

Facteurs de correction

Des facteurs de correction ne devraient être utilisés que dans des cas clairement justifiables. Il existe en effet des dépendances fondamentales entre les différents facteurs de correction du Tableau 9:

- Un facteur de correction appel de puissance F2 ne se justifie que si ce bâtiment présente une exploitation restreinte (facteur de correction F1 < 1) ; les bâtiments sans exploitation restreinte ne peuvent pas avoir d'appel de puissance (excepté lors de la mise en service au début de la période de chauffage ou à la suite de dérangements)
- Inversement lorsqu'une exploitation restreinte se présente (facteur de correction F1 < 1), il en résulte aussi un appel de puissance F2, à moins que la phase de réchauffage puisse se répartir sur un temps suffisamment long
- Un facteur de simultanéité F3 ne se justifie que si l'appel de puissance F2 de différents bâtiments ne se présente pas en même temps ou lorsque des bâtiments ne sont pas chauffés en même temps (par ex. dans le cas d'une église et d'une salle polyvalente, chacune avec un facteur de correction F1 < 1, qui ne sont pas utilisées en même temps)
- Si l'on tient compte de ces dépendances de manière conséquente, la courbe caractéristique de charge pondérée ne devrait pas dépasser la «véritable» courbe caractéristique de charge

Encadre 8

Type de consommation	Facteurs de correction	Calcul de la courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation (dessinée en ligne continue dans la Figure 14)	Calcul de la courbe caractéristique de charge pondérée, utilisée pour calculer la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer (en ligne discontinue dans la Figure 14)
Chauffage des locaux	F1 = Facteur de correction énergie de chauffage nécessaire du consommateur de chaleur i * F2 = Facteur de correction appel de puissance du consommateur de chaleur i F3 = Facteur de simultanéité chauffage des locaux	$F3 \sum F2_i \cdot \dot{Q}_i$	$\sum F1_i \cdot \dot{Q}_i$
Eau chaude	F4 = Facteur de simultanéité eau chaude	$F4 \sum \dot{Q}_i$	$\frac{Q_a [kWh]}{8760h}$
Chaleur industrielle	F5 = Facteur de simultanéité chaleur industrielle	$F5 \sum \dot{Q}_i$	$\frac{Q_a [kWh]}{8760h}$
Conduite d'alimentation		Perte de puissance conduite d'alimentation	Perte de puissance conduite d'alimentation
\dot{Q}_i = Puissance thermique à installer du consommateur de chaleur i [kW] Q_a = Total des besoins annuels de chaleur [kWh]			
* Comme les besoins en énergie de chauffage des différents consommateurs de chaleur ne peuvent être corrigés directement, on multiplie par ce facteur de correction la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux de chaque consommateur de chaleur dans la courbe caractéristique de charge pondérée et on corrige ainsi la courbe de distribution annuelle.			

Tableau 9: Calcul de la courbe caractéristique de charge

5.3 Feuille EXCEL «Consommateurs»

5.3.1 Introduction des données du planificateur principal

Généralités

- Numéro
- Indication
- Détermination besoin en chaleur selon (p.ex. consommation de mazout, norme SIA, mensuration etc.)
- Surface de référence énergétique [m²]
La **surface de référence énergétique** est la somme de toutes les surfaces au sol, souterraines et en surface, dont l'utilisation nécessite un chauffage ou une climatisation. La surface de référence énergétique est calculée brute, c'est-à-dire à partir des mesures extérieures y compris les murs et les balcons extérieurs. Il existe des facteurs de correction spécifiques aux pays pour les écarts de température ambiante, les pièces hautes de plafond, etc. On peut prendre approximativement la surface au sol brute chauffée comme surface de référence énergétique.
- Température aller max. [°C]
- Température retour max. [°C]

Chauffage des locaux (chaleur ambiante)

- Besoins en chaleur [MWh/a]
- Puissance thermique chaleur ambiante [kW]
 - Nouvelle construction : puissance thermique à installer avec une température extérieure standard (ici : température extérieure plus basse)
 - Constructions plus anciennes : valeur définie avec la «Température extérieure décalée» au moyen du nombre d'heures à pleine charge conformément au Tableau
 - Mesures : valeur mesurée avec la «Température extérieure décalée»
- Facteur de correction besoins en chaleur [-]

Comme les besoins en énergie de chauffage des différents consommateurs de chaleur ne peuvent être corrigés directement, on multiplie par ce facteur de correction la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux de chaque consommateur de chaleur dans la courbe caractéristique de charge pondérée et on corrige ainsi la courbe de distribution annuelle.
- Facteur de correction pointe de préchauffage [-]

Eau chaude

- Besoins en chaleur annuels eau chaude [MWh/a]

Il faut entrer les besoins annuels en chaleur pour 365 jours, ce qui permet de calculer comme suit les besoins en chaleur durant l'hiver :

Besoins en chaleur en hiver = Besoins annuels en chaleur x jours de chauffage / 365 jours
- Puissance thermique requise eau chaude max. [kW]
 - Chauffe-eau à accumulation avec «Priorité au chauffe-eau» : moyennes selon le Tableau
 - Chauffe-eau de petite dimension et préparation d'eau chaude au moyen d'un chauffe-eau instantané : valeurs de pointe

Chaleur industrielle

- Besoins en chaleur annuels chaleur industrielle [MWh/a]

Il faut entrer les besoins annuels en chaleur pour 365 jours, ce qui permet d'estimer les besoins en chaleur durant l'hiver :

Besoins en chaleur en hiver = Besoins annuels en chaleur x jours de chauffage / 365 jours
- Puissance thermique chaleur industrielle max. [kW]

5.3.2 Données caractéristiques calculées**Chauffage des locaux (chaleur ambiante)**

- Heures de marche à pleine charge chaleur ambiante [h/a]

Énergie de chauffage nécessaire [kWh/a] / puissance thermique max. nécessaire pour le chauffage des locaux [kW] (Facteurs de correction pas pris en compte)
- Besoins en chaleur spécifique [kWh/(m²a)]

Besoins en chauffage spécifique [kWh/a] / Surface de référence énergétique [m²] (Facteurs de correction pas pris en compte)
- Puissance thermique spécifique [W/m²]

Puissance thermique à installer max. chaleur ambiante [W] / Surface de référence énergétique [m²] (Facteurs de correction pas pris en compte)

Eau chaude

- Heures de marche à pleine charge eau chaude [h/a]

Besoins en chaleur eau chaude [kWh/a] / puissance thermique max. nécessaire pour l'eau chaude [kW]
- Besoins en énergie spécifiques eau chaude [kWh/(m²a)]

Besoins en chaleur eau chaude [kWh/a] / surface de référence énergétique [m²]

5.4 Feuille EXCEL «Informations générales»

5.4.1 Introduction des données du planificateur principal

Généralités

- Pays
Un catalogue est donné.
- Station climatologique
Un catalogue est donné sur la base du pays choisi.
- Température extérieure plus basse [°C]
A côté vous trouvez les moyennes journalières plus basses de 1993-2002 des stations climatologiques ajustées (composition de stations climatologiques typiques dans Tableau 10). Cette valeur est calculée comme suit :

$$t_{\min,2002-2011} = \frac{t_{\min,2002} + \dots + t_{\min,2011}}{10}$$

$$t_{\min,2002-2011} = \text{moyenne journalière plus basse } \mathbf{2002-2011}$$

$$t_{\min,2002} = \text{moyenne journalière plus basse } \mathbf{2002}$$
 etc.

Station climatologique	Pays	Moyenne journalière la plus basse 2002-2011 [°C]
Bilje	SI	-3
Brnik Letalisce	SI	-11
Davos	CH	-14
Frankfurt Flughafen	DE	-7
Graz	AT	-9
Hohenpeissenberg	DE	-11
Kahler Asten	DE	-12
Karlsruhe	DE	-7
Locarno	CH	-2
München Flughafen	DE	-11
Nova Vas (Bloke)	SI	-13
Tamsweg	AT	-16
Trier Petrisberg	DE	-8
Wien innere Stadt	AT	-7
Zürich SMA	CH	-7

Tableau 10: Moyenne journalière plus basse de quelques stations climatologiques typiques.

- Température ambiante [°C]
- Limite de chauffage [°C]
La **limite de chauffage** désigne la température extérieure (moyenne journalière) jusqu'à laquelle il n'y a pas besoin de chauffage. En plaine, cette limite se situe à environ 15°C pour les bâtiments courants. Les bâtiments caractérisés par une meilleure utilisation de l'énergie passive ont une limite de chauffage plus basse, ceux qui présentent une mauvaise isolation thermique ont une limite plus élevée.
- Température aller principale max. [°C]
- Exploitation estivale : oui/non ?

Chauffage des locaux (chaleur ambiante)

- Part de la puissance thermique de chaleur ambiante non dépendante de la température extérieure [%]
La part de la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux non dépendant de la température extérieure est de pratiquement 0% pour les maisons individuelles bien isolées. Les immeubles d'habitation avec un système étendu de distribution de la chaleur se situent par exemple autour de 5...10%. Les maisons d'habitation plus anciennes qui ont un système de distribution de la chaleur mal isolé et souvent d'autres consommateurs encore (appareils d'aération, etc.) peuvent se situer beaucoup plus haut. Les réseaux thermiques présentent toujours une part sensible de la puissance thermique à installer pour le chauffage des locaux qui ne dépend pas de la température extérieure (indépendamment de la puissance thermique à installer pour l'eau chaude et pour la chaleur industrielle, également indépendante de la température extérieure, ainsi que des pertes de puissance liées à la conduite d'alimentation).
- Facteur de simultanéité chaleur ambiante [-]

Eau chaude

- Facteur de simultanéité eau chaude [-]

Chaleur industrielle

- Facteur de simultanéité chaleur industrielle [-]

Conduite à distance

- Perte de chaleur annuelle conduite à distance [MWh/a]
En cas d'«exploitation estivale», il s'agit de la valeur pendant 365 jours ; en cas de «non-exploitation estivale», il s'agit de la valeur pendant tous les jours de chauffage.
- Perte de puissance conduite à distance [kW]

5.4.2 Valeurs cumulées calculées**Généralités**

- Surface de référence énergétique totale [m²]

Chauffage des locaux (chaleur ambiante)

- Besoins totaux en chaleur [MWh/a]
- Puissance thermique totale chaleur ambiante [kW]
(Facteurs de correction et facteur de simultanéité pas pris en compte)

Eau chaude

- Besoins annuels totaux en chaleur eau chaude [MWh/a]
- Puissance thermique totale eau chaude max. [kW]
(Facteur de simultanéité pas pris en compte)

Chaleur industrielle

- Besoins annuels totaux en chaleur « chaleur industrielle » [MWh/a]
- Puissance thermique totale chaleur industrielle [kW]
(Facteur de simultanéité pas pris en compte)

Somme des consommateurs

- Besoin de chaleur total [MWh/a]
- Puissance thermique à installer totale [kW]
(Ne prend pas en considération les facteurs de correction et de simultanéité)

5.4.3 Données caractéristiques calculées**Généralités**

- Température aller consommateurs max. [°C]
Plus important consommateur de chaleur rencontré
- Température retour principale max. [°C]
Moyenne la plus élevée du retour principal

Chauffage des locaux (chaleur ambiante)

- Heures de marche à pleine charge chaleur ambiante [h/a]
Totalité de l'énergie de chauffage nécessaire [kWh/a] / Totalité des besoins max. en puissance thermique pour le chauffage des locaux [kW] (Facteurs de correction et facteur de simultanéité pas pris en compte)
- Besoins en chaleur spécifique [kWh/(m²a)]
Total de l'énergie de chauffage nécessaire [kWh/a] / surface de référence énergétique [m²] (Facteurs de correction et facteur de simultanéité pas pris en compte)
- Puissance thermique spécifique [W/m²]
Puissance thermique à installer maximale chauffage des locaux [W] / surface de référence énergétique [m²]
(Facteurs de correction et facteur de simultanéité pas pris en compte)

Eau chaude

- Heures de marche à pleine charge eau chaude [h/a]
Totalité des besoins en chaleur pour l'eau chaude [kWh/a] / totalité des besoins max. en puissance thermique pour l'eau chaude [kW] (Facteur de simultanéité pas pris en compte)
- Besoins en énergie spécifiques eau chaude [kWh/(m²a)]
Totalité des besoins en chaleur pour l'eau chaude [kWh/a] / totalité de la surface de référence énergétique [m²] (Facteur de simultanéité pas pris en compte)

Chaleur industrielle

- Heures de marche à pleine charge chaleur industrielle [h/a]
Totalité des besoins en chaleur pour la chaleur industrielle [kWh/a] / totalité des besoins max. en puissance thermique pour la chaleur industrielle [kW]
(Facteur de simultanéité pas pris en compte)

5.5 Feuille EXCEL «Centrale Thermique»

La feuille EXCEL « Centrale Thermique » permet au concepteur principal d'indiquer le système choisi. En fonction de la solution standard choisie et des données saisies, celles-ci sont comparées aux principales valeurs cibles et spécifications de QM Chauffages au bois.

5.5.1 Indications du concepteur principal

Les informations correspondantes et le système choisi doivent être indiqués selon la solution standard choisie. Si trop de cellules sont complétées ou pas assez, une alerte correspondante est affichée.

- Solution standard selon QM Chauffages au bois
Pour la sélection, un catalogue des solutions standard est prédéfini sous forme de menu déroulant (Tableau 11).

- Puissance nominale de la chaudière à bois 1 [kW]
Puissance nominale de la petite chaudière à bois avec les solutions standard selon QM Chauffages au bois. Si aucune solution standard n'est installée, indiquer la puissance nominale de la plus petite des chaudières ou, en cas d'installation à plusieurs chaudières de puissance identique, la puissance nominale d'une chaudière.

- Puissance nominale de la chaudière à bois 2 [kW]
Puissance nominale de la grande chaudière à bois avec les solutions standard selon QM Chauffages au bois. Si aucune solution standard n'est installée, indiquer la puissance nominale de la chaudière immédiatement supérieure ou, en cas d'installation à plusieurs chaudières de puissance identique, la puissance nominale d'une autre chaudière.

- Puissance nominale totale des autres chaudières à bois [kW]
Cette indication est nécessaire si aucune solution standard n'est sélectionnée. Il convient d'indiquer la puissance nominale totale des autres chaudières, non encore spécifiées. Exemple : si l'installation comporte quatre chaudières à bois de 100 kW chacune, il faut donc indiquer 100 kW dans la ligne *Puissance nominale de la chaudière à bois 1*, 100 kW également dans la ligne *Puissance nominale de la chaudière à bois 2* et 200 kW (100+100 kW) pour les chaudières à bois 3 et 4 dans la ligne *Puissance nominale totale des autres chaudières à bois*.

- Nombre de chaudières à bois installées si celui-ci est supérieur à deux [-]
Cette indication est nécessaire si aucune solution standard n'est sélectionnée. Indiquer ici le nombre de chaudières à bois installées. Si l'installation comporte quatre chaudières à bois, indiquer le chiffre 4.

- Puissance nominale totale des chaudières à bois [kW]
Ceci est une valeur calculée, indiquant la puissance nominale totale installée.

Code	Description
WE1	1 chaudière à bois sans accumulateur
WE2	1 chaudière à bois avec accumulateur
WE3	1 chaudière à bois + 1 chaudière mazout/gaz sans accumulateur
WE4	1 chaudière à bois + 1 chaudière à mazout/gaz avec accumulateur
WE5	2 chaudières à bois sans accumulateur
WE6	2 chaudières à bois avec accumulateur
WE7	2 chaudières à bois + 1 chaudière à mazout/gaz sans accumulateur
WE8	2 chaudières à bois + 1 chaudière à mazout/gaz avec accumulateur
aucune	p. ex. plus de deux chaudières à bois

Tableau 11 : Solutions standard

■ Puissance nominale totale des chaudières bivalentes [kW]
Indiquer ici la puissance nominale totale des chaudières bivalentes (p. ex. mazout, gaz).

■ Volume d'accumulateur installé [m³]
Indiquer le volume d'accumulateur total installé.

■ Différentiel de température à travers l'accumulateur [K]
Indiquer le différentiel de température attendue à travers l'accumulateur (p. ex. température de départ de la chaudière – température de retour du réseau) pour la température admise. Si les températures de départ et de retour sont définies dans la feuille EXCEL « Consommateurs » et qu'une température maximum du primaire départ est indiquée dans la feuille EXCEL « Installation », une valeur maximum possible est proposée. La valeur saisie ne doit pas dépasser la valeur prédéfinie.

■ Moyenne de charge de chauffe journalière minimale en cas de fonctionnement à faible charge [%]
Conformément au tableau 20 du Guide QM, indiquer la moyenne de charge de chauffe journalière minimale en fonction du type de foyer (à pousser inférieure ou à grille d'avancement), de l'automatisme d'allumage ou d'entretien du lit de braises, de la présence ou non d'un accumulateur de chaleur et de la teneur en eau du combustible. Le tableau 20 du Guide QM est reproduit au bas de la feuille EXCEL « Centrale de chaleur ».

■ Performance journalière moyenne maximale [%]
Indiquer une puissance journalière moyenne maximale en fonction du type de foyer, de la présence ou non d'un accumulateur de chaleur, du combustible ainsi que de la teneur en eau de ce dernier. Cette valeur se situe en règle générale entre 70 % et 100 %. Un chauffage à pellets ne peut par exemple pas fonctionner à pleine charge 24 heures sur 24 en raison du nettoyage de la grille. Sa puissance journalière moyenne maximale doit pas conséquent être inférieure à 100 %.

■ Puissance journalière moyenne maximale de la source de puissance de base [%]

La détermination précise de la moyenne de charge de chauffe journalière minimale en cas de fonctionnement à faible charge et de la puissance journalière moyenne maximale est décrite dans la FAQ 7 du chapitre 6.

La définition de la puissance journalière moyenne maximale de la source de puissance de base et sa représentation dans le diagramme « Courbe de distribution annuelle de la puissance thermique requise » sont décrites dans la FAQ 8 du chapitre 6.

5.5.2 Valeurs caractéristiques calculées

Sur la base des informations sur les consommateurs, sur l'installation et sur la centrale de chaleur, les principales valeurs caractéristiques sont calculées et comparées aux valeurs cibles et spécifications de QM Chauffages au bois. Si les valeurs caractéristiques calculées diffèrent des valeurs ou plages de valeurs cibles et spécifications de QM Chauffages au bois, elles sont repérées en rouge. Les valeurs caractéristiques conformes aux spécifications apparaissent en vert.

■ Nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge de la/des chaudière(s) à bois [h/a]
Résultat : besoin de chaleur total (part de chaleur produite avec du bois) [kWh/a] / puissance nominale totale des chaudières à bois [kW]

Comparaison : La valeur de comparaison est basée sur la solution standard sélectionnée et la valeur cible minimale correspondante dans le tableau 19 du Guide QM. Si aucune solution standard n'est sélectionnée, aucune valeur de comparaison n'est prédéfinie.

■ Nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge de la/des chaudière(s) bivalente(s) [h/a]
Résultat : besoin de chaleur total (part de chaleur produite par le mazout/gaz) [kWh/a] / puissance nominale totale des chaudières bivalentes
Comparaison : Aucune valeur de comparaison n'est définie.

■ Production annuelle de chaleur avec du bois [%]
Résultat : part des besoins de chaleur annuelle couverte par le bois (la zone repérée en vert dans la Figure 16 correspond à la chaleur annuelle produite avec du bois).

Comparaison : La valeur de comparaison est basée sur la solution standard sélectionnée et la valeur cible minimale correspondante dans le tableau 19 du Guide QM. Si aucune solution standard n'est sélectionnée, le calcul est basé sur une installation monovalente (100 %).

■ Volume d'accumulateur [m³]

Résultat : le volume d'accumulateur correspond à la valeur saisie.

Comparaison : Pour les installations à chaudière à bois unique, le volume d'accumulateur correspond à 1 heure de fonctionnement à puissance nominale de la chaudière à bois avec le différentiel de température spécifiée.

Dans le cas d'installations à plusieurs chaudières à bois, le volume d'accumulateur correspond à 1 heure de fonctionnement à 2/3 de la puissance nominale des chaudières à bois installées avec le différentiel de température spécifiée.

Le calcul se base sur les valeurs ci-après pour de l'eau à 60°C :

Densité = 983,18 kg/m³ ; chaleur massique spéc. = 4183 kJ/(kg K)

■ Critère de fonctionnement à faible charge [kW]

Résultat : puissance nominale de la chaudière à bois 1 [kW] * moyenne de charge de chauffe journalière minimale en cas de fonctionnement à faible charge

Comparaison : En cas d'exploitation toute l'année, la valeur de comparaison correspond à la puissance indépendante des conditions météorologiques pour des températures extérieures supérieures à la limite de chauffage d'après la Figure 16. En fonctionnement saisonnier (saison de chauffage), la valeur de comparaison correspond à la puissance indépendante des conditions météorologiques pour la limite de chauffage, y compris les éventuelles parts dépendantes des conditions météorologiques d'après la Figure 16.

■ Dimensionnement de la puissance de la/des chaudière(s) à bois [%]

Résultat : puissance de la/des chaudière(s) à bois [kW] * 100 % / puissance maximale requise [kW] selon la Figure 12

La puissance maximale requise correspond soit à la valeur maximale de la courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation (■), soit à la valeur maximale de la courbe de charge pondérée (◆) et est indépendante de la solution standard sélectionnée.

Comparaison : La valeur de comparaison est basée sur la solution standard sélectionnée et les valeurs cibles correspondantes dans le tableau 19 du Guide QM. Si aucune solution standard n'est sélectionnée, le calcul est basé sur une installation monovalente (page de 100 % à 110 %).

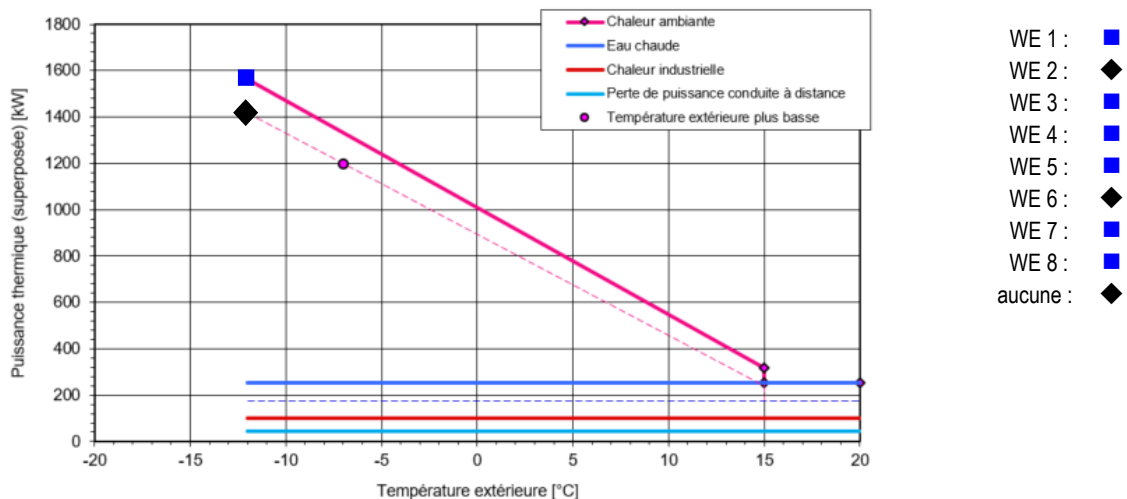


Figure 12 : Identification de la puissance maximale requise, à prendre en compte pour le dimensionnement de la chaudière à bois à l'aide des courbes de charge.

■ Dimensionnement de la/des chaudières bivalente(s) [kW]

Résultat : le résultat correspond à la valeur saisie.

Comparaison : La valeur de comparaison est basée sur la solution standard sélectionnée et la valeur cible correspondante dans le tableau 19 du Guide QM. Si aucune solution standard n'est sélectionnée, le calcul est basé sur une installation monovalente (pas de valeur de comparaison).

■ Comparaison des données de puissance et des données sur l'énergie [%]

Résultat : besoin d'énergie pour la chaleur ambiante sur la base des données de puissance pour la chaleur ambiante et des données climatiques [MWh/a] * 100 % / besoin d'énergie pour la chaleur ambiante sur la base des indications des besoins de chaleur [MWh/a]

Ceci correspond au rapport en pourcentage entre la barre bleue et la barre verte de la colonne Chauffage dans la Figure 15. La barre bleue représente les besoins en chaleur calculé sur la base des indications de puissance des différents consommateurs et de la station climatologique sélectionnée. La barre verte représente la somme des indications de besoin d'énergie des différents consommateurs.

Comparaison : Avec une solution standard, la plage de validité se situe entre 100 % et 110 % pour les installations monovalentes. Avec les installations bivalentes, la plage de validité s'étend de 95 % à 105 %. Si aucune solution standard n'est sélectionnée, la plage de validité s'étend de 95 % à 105 %.

5.6 Feuille EXCEL «Figures»

Les indications du planificateur principal sont introduites dans les feuilles EXCEL «Consommateurs de chaleur» et «ensemble de l'installation». Le programme établit sur cette base, dans la feuille EXCEL «Figures», une évaluation graphique qui peut servir de base pour le contrôle de vraisemblance par le mandataire qualité. Les quatre graphiques sont commentés ci-après.

5.6.1 Courbe caractéristique de charge (Figure 14)

Toutes les données de puissance introduites se présentent sous la forme de courbes caractéristiques de charge superposées. De bas en haut, il s'agit des données suivantes :

- Perte de puissance conduite à distance
- Chaleur industrielle
- Eau chaude
- Chaleur ambiante répartie entre une part indépendante et une part dépendante de la température extérieure

La courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation est dessinée en continu. La courbe caractéristique de charge pondérée, utilisée pour calculer la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer, est en outre dessinée en traits discontinus.

Concernant la courbe caractéristique de charge pour la chaleur ambiante, il faut considérer que la correction conforme à la Figure 5 se fait automatiquement pour l'ensemble des consommateurs de chaleur :

- décalage vers la gauche correspondant aux gains thermiques
- décalage unilatéral vers le haut de la part qui ne dépend pas de la température extérieure, à la limite de chauffage

La courbe caractéristique de charge supérieure montre le comportement de charge de l'ensemble de l'installation en fonction de la température extérieure réelle (moyenne journalière). Les points signifient (de droite à gauche) :

- Température ambiante
- Limite de chauffage (on obtient deux points lorsqu'on tient compte d'une part indépendante de la température extérieure)
- Point de conception pour les nouvelles constructions compte tenu des gains thermiques (dessiné à la fin de la courbe caractéristique de charge en continu, représentée jusqu'à ce point)
- Moyenne journalière la plus basse comme moyenne des 10 dernières années pour la station climatologique choisie (sur la courbe caractéristique de charge pondérée dessinée en traits discontinus, car il s'agit de la plus basse température extérieure prise en compte dans le calcul de la courbe de distribution annuelle)

Les courbes caractéristiques de charge pour le chauffage des locaux, l'eau chaude et la chaleur industrielle, dessinée en continu, peuvent être influencées séparément par des facteurs de simultanéité et la courbe caractéristique de charge pour le chauffage des locaux prend encore en compte le facteur de correction appel de puissance. Un aperçu figure dans le Tableau 9.

Les puissances des installations de production de chaleur peuvent être dessinées à la main dans ce diagramme. Les intersections indiquent jusqu'à quelle température extérieure (moyenne journalière) une installation de production de chaleur donnée peut suffire. (cf. FAQ 5.)

On peut lire sur les points d'intersection des puissances des générateurs de chaleur, jusqu'à quelle température extérieure (moyenne journalière) le générateur de chaleur en question peut être utilisé. (cf. FAQ 5).

5.6.2 Courbes annuelles de la température extérieure (Figure 17)

3 courbes de distribution annuelles sont programmées à chaque fois dans le tableau EXCEL «Relevé de situation» pour les stations climatologiques considérées :

- valeur journalière maximale sur 10 ans (2002–2011)
- moyenne journalière sur 10 ans (2002–2011)
- valeur journalière minimale sur 10 ans (2002–2011)

Seule la moyenne journalière sur 10 ans est utilisée pour l'évaluation. Les deux autres courbes de distribution annuelles sont données à titre d'information (pour quelques stations ces valeurs ne sont pas indiquées).

Il faut tenir compte du fait que les 10 hivers cités ont été relativement «chauds». Le mois de janvier 1985, exceptionnellement froid, n'est par exemple pas pris en considération dans ces données !

5.6.3 Courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer (Figure 16)

A partir de la courbe caractéristique de charge et de la courbe de distribution annuelle de la température moyenne journalière sur 10 ans (Figure 17), le programme calcule maintenant la fréquence cumulée de la puissance thermique à installer. Il faut considérer ici qu'on utilise la courbe caractéristique de charge pondérée dessinée en traits discontinus selon la Figure 14, qui a été calculée conformément au Tableau 9. Cela signifie que :

- Aucun facteur de simultanéité n'est utilisé
- Seul le facteur de correction « énergie de chauffage nécessaire » est pris en compte
- Les courbes caractéristiques de charge pour l'eau chaude et la chaleur industrielle sont calculées en divisant les besoins annuels de chaleur par 8760 h ; ici on renonce donc délibérément à un contrôle de vraisemblance.

Dans ce graphique, vous pouvez introduire les données suivantes :

- Performance journalière moyenne minimale de la chaudière à bois [kW]
- Performance journalière moyenne maximale de la chaudière à bois [kW]
- Performance journalière moyenne maximale de la source de puissance de base [kW]

Le programme affiche désormais différentes zones de la manière suivante :

- Dans l'encadré vert, l'énergie annuelle produite par la chaudière à bois
- Dans l'encadré bleu, l'énergie annuelle produite avec la source de puissance de base
- Les parties non encadrées donnent comme résultat l'énergie annuelle produite à partir d'énergies d'origine fossiles.

Les parts de production (en [MWh/a] et [%]) seront indiquées dans les graphiques de la Figure 18.

Remarques : Comme le programme fonctionne à partir des températures extérieures (les points sur la courbe de distribution annuelle, trait continu), les données introduites seront arrondies. En réalité, le programme calcule au moyen des données figurant sur le graphique qui de plus sont indiquées dans la colonne «Effectif». Les données introduites doivent éventuellement être adaptées jusqu'à ce que les valeurs effectives se rapprochent le plus possible des valeurs souhaitées.

Comment la performance journalière moyenne est-elle déterminée et comment les utiliser dans la graphique « Courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer » ? Voir FAQ 7 au chap. 6.

5.6.4 Comparaison des besoins totaux en chaleur (Figure 15)

Maintenant, il est particulièrement intéressant de comparer les besoins totaux en chaleur définis par le planificateur principal avec les besoins totaux en chaleur, calculés par le programme à l'aide de la courbe de distribution annuelle :

- Colonne de gauche : besoins totaux en chaleur selon le planificateur principal
- Colonne du milieu : besoins totaux en chaleur à partir des données de puissance en hiver
- Colonne de droite : Besoins totaux en chaleur à partir des données de puissance en été (disparaissent toujours pour le chauffage des locaux et pour les autres si l'on a choisi «Exploitation estivale non»)

Il va de soi que cette évaluation ne peut pas être utilisée sans discussion. Chaque groupe doit être considéré séparément et comparé avec les données réelles.

Chauffage des locaux : En fait, les deux colonnes devraient avoir à peu près la même hauteur. Mais comme les calculs de la puissance thermique à installer (nouvelles constructions) et du nombre d'heures de pleine exploitation (constructions plus anciennes) comprennent des facteurs de sécurité, la colonne de droite est généralement un peu plus haute. La prise en compte d'une part réaliste de la puissance thermique indépendante de la température extérieure fait aussi monter la colonne de droite.

Eau chaude : Comme on renonce ici à un contrôle de vraisemblance, la colonne de gauche correspond inévitablement à la somme des colonnes du milieu et de droite. Si l'on a choisi «Pas d'exploitation estivale», la colonne de droite disparaît mais la colonne de gauche augmente par l'ajout de la part estivale car l'introduction de la valeur annuelle est toujours exigée par le planificateur principal pour des questions de cohérence (le pourcentage estival n'est pas produit par la chaudière à bois). La répartition entre la colonne du milieu et celle de droite dépend de la station climatologique choisie, de la température ambiante et de la limite de chauffage.

Chaleur industrielle : Comme on renonce ici à un contrôle de vraisemblance, la colonne de gauche correspond forcément à la somme des colonnes du milieu et de droite. Si l'on a choisi «Pas d'exploitation estivale», la colonne de droite disparaît mais la colonne de gauche augmente par l'ajout de la part estivale car l'introduction de la valeur annuelle est toujours exigée par le planificateur principal pour des questions de cohérence (le pourcentage estival n'est pas produit par la chaudière à bois). La répartition entre la colonne du milieu et celle de droite dépend de la station climatologique choisie, de la température ambiante et de la limite de chauffage.

Conduite d'alimentation : Le planificateur principal doit indiquer la perte de puissance et les déperditions de chaleur annuelles pour la conduite d'alimentation. Un contrôle de vraisemblance des deux valeurs indiquées est possible ici. Il est établi d'emblée par la conception de l'installation si la conduite d'alimentation est en fonction ou non en été. Les déperditions de chaleur annuelles d'une installation qui n'est pas utilisée en été sont donc moins importantes que si la même installation fonctionnait aussi durant la bonne saison.

Le grand avantage du tableau EXCEL est qu'on considère la même installation avec différents besoins en chaleur et qu'on dispose ainsi de deux enregistrements pour la conception de l'installation.

5.6.5 Parts de production (Figure 18)

- Part de production de l'ensemble de l'installation
- Part de production de la chaudière à bois
- Part de production de la source de puissance de base
- La différence «Ensemble de l'installation – (chaudière à bois + source de puissance de base)» doit être produite à partir d'une origine fossile.

5.6.6 Indications pour le dimensionnement

Grâce au tableau EXCEL, deux courbes de charge sont à disposition pour le dimensionnement de l'installation (Encadre 13).

Au moyen de la courbe caractéristique de charge (ligne continue) de l'ensemble de l'installation, on peut interpréter :

- La puissance thermique de la chaudière à bois d'installations monovalentes sans accumulateur.
- La puissance thermique de la chaudière à bois d'installations bivalentes sans accumulateur (dimensionnement de 60 à 70%)
- La puissance thermique de la chaudière à bois d'installations bivalentes avec accumulateur (dimensionnement de 50 à 60%)
- Puissance thermique requise des consommateurs

Au moyen de la courbe caractéristique de charge (ligne discontinue) de l'ensemble de l'installation et de la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer résultante, on peut interpréter :

- La puissance calorifique de la chaudière à bois d'installations monovalentes avec accumulateur.
- Le calcul des conduites du réseau de chauffage
- Les chiffres du besoin en chaleur pour l'étude de la rentabilité.

Ce thème est traité sous FAQ 5 dans le chapitre 6.

Encadre 13

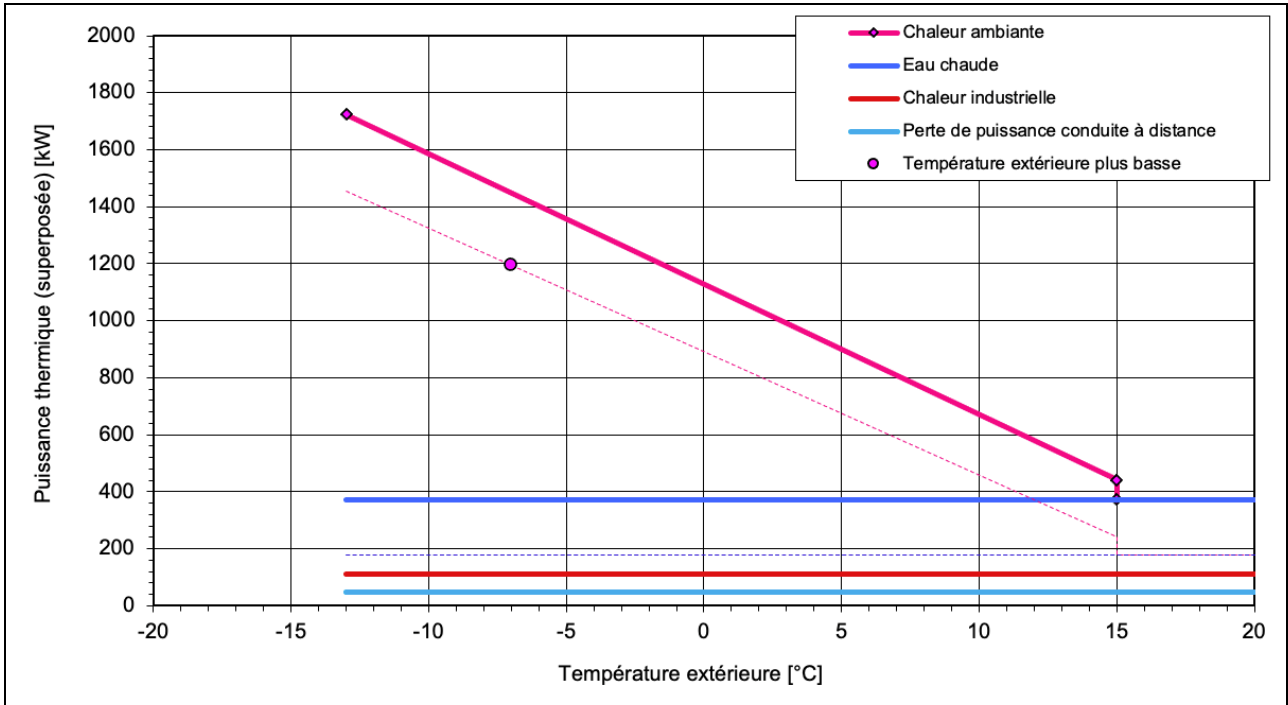


Figure 14: Dessinée en continu, la courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation ; en traits discontinus, la courbe caractéristique de charge pondérée pour le calcul de la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer.

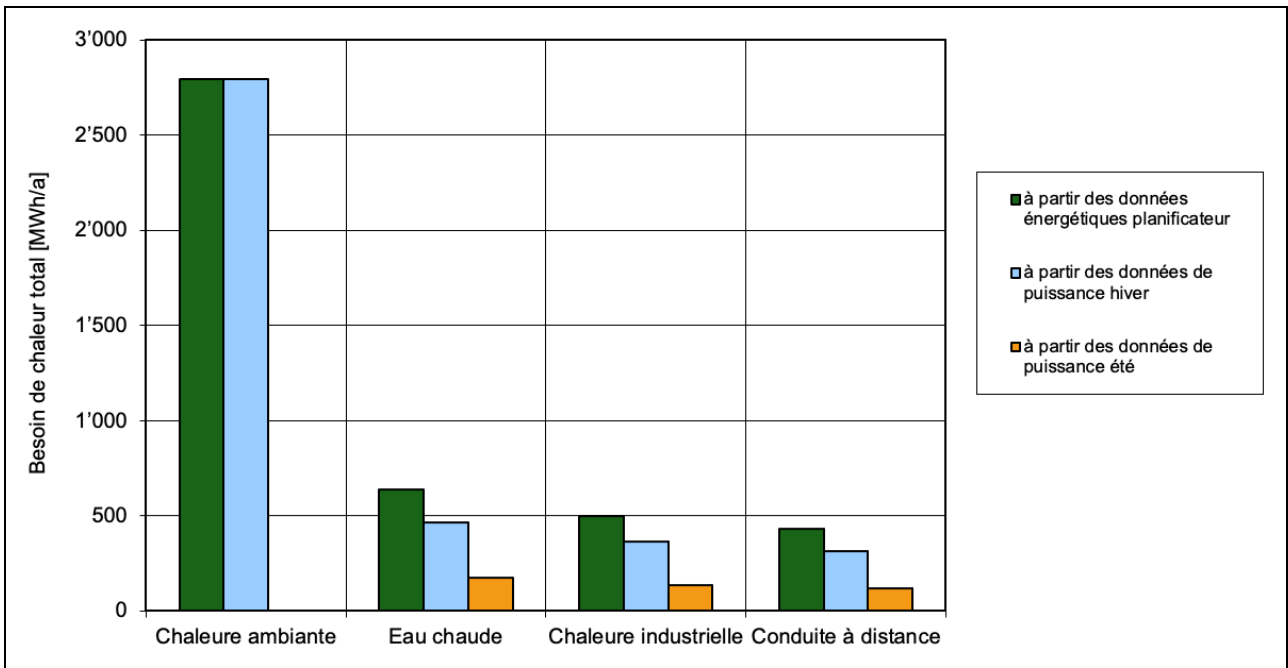


Figure 15: Comparaison des besoins totaux en chaleur

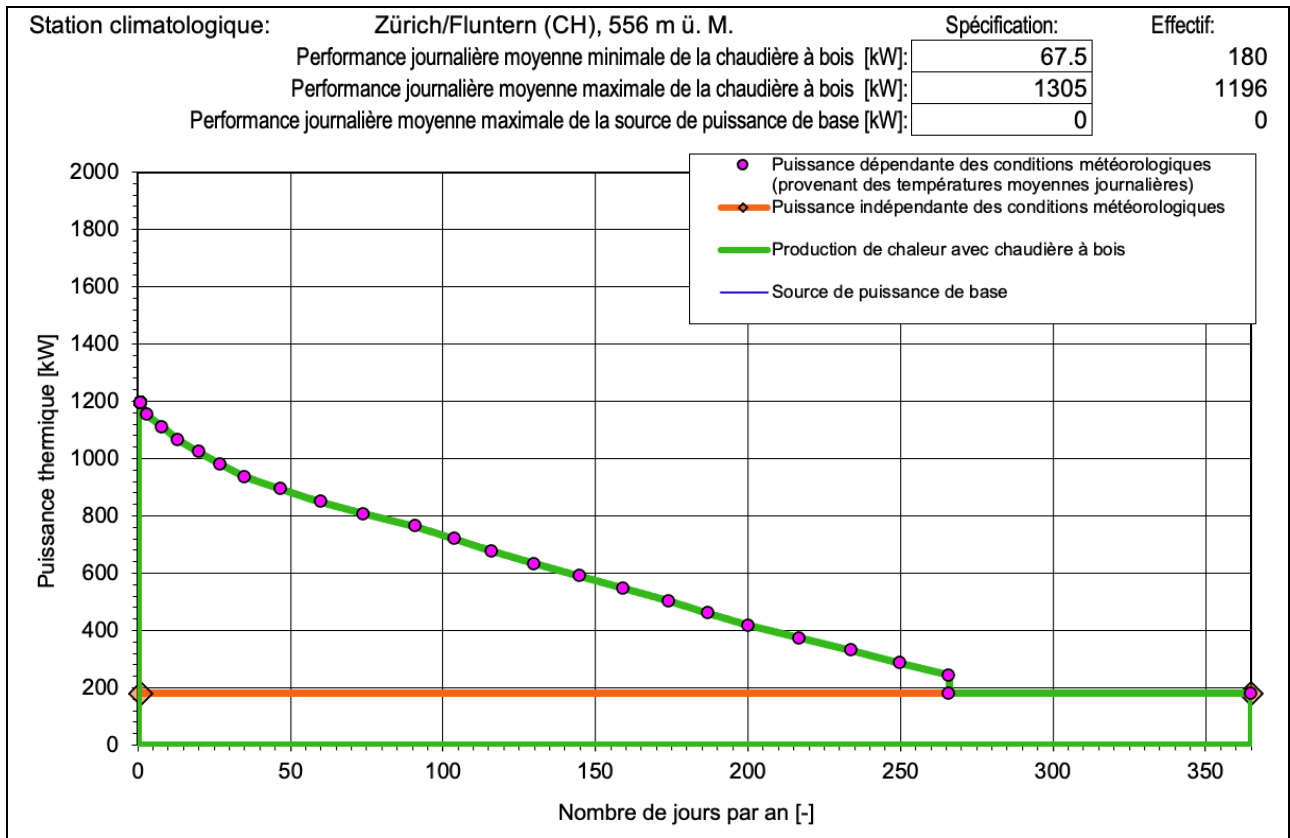


Figure 16: Courbe de distribution annuelle de la puissance thermique à installer avec partie chaudière à bois encadrée (vert) et partie source de puissance de base (bleu) ; Puissance thermique à installer "Remarque : les gains thermiques ont déjà été pris en compte dans la courbe de charge.

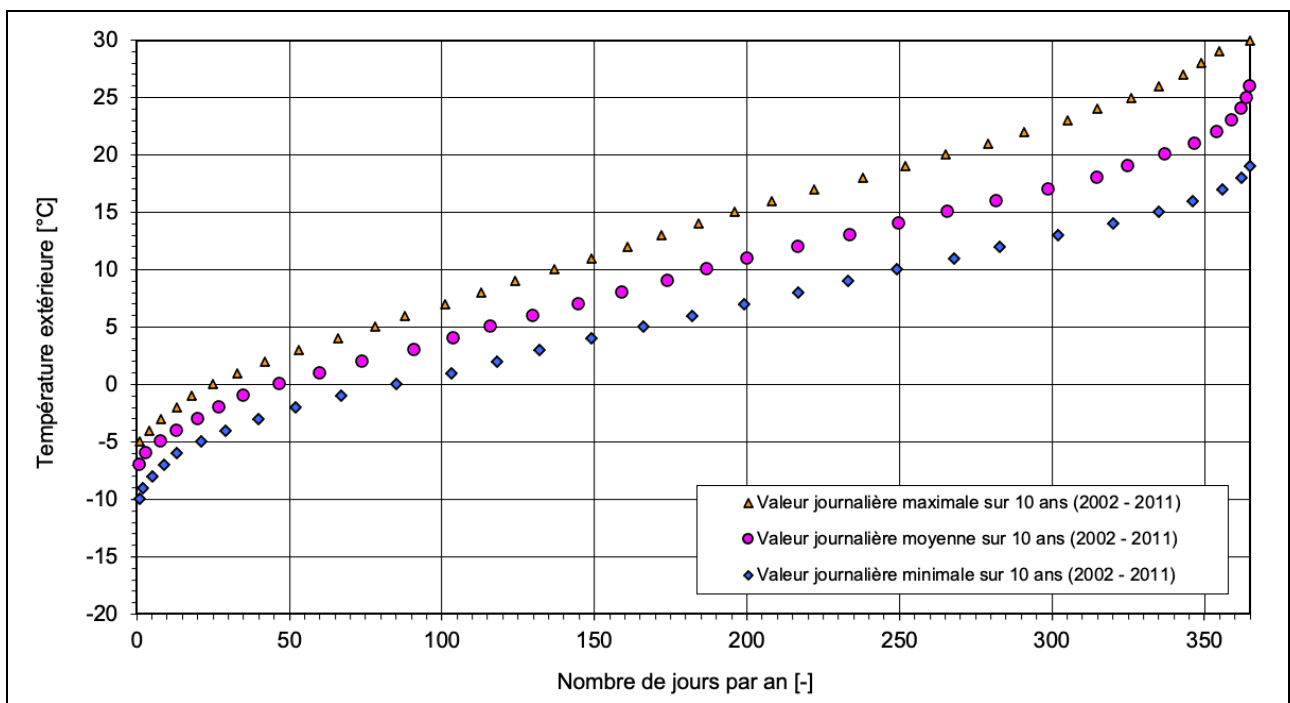


Figure 17: Courbes de distribution annuelle de la température extérieure (Zürich/Fluntern)

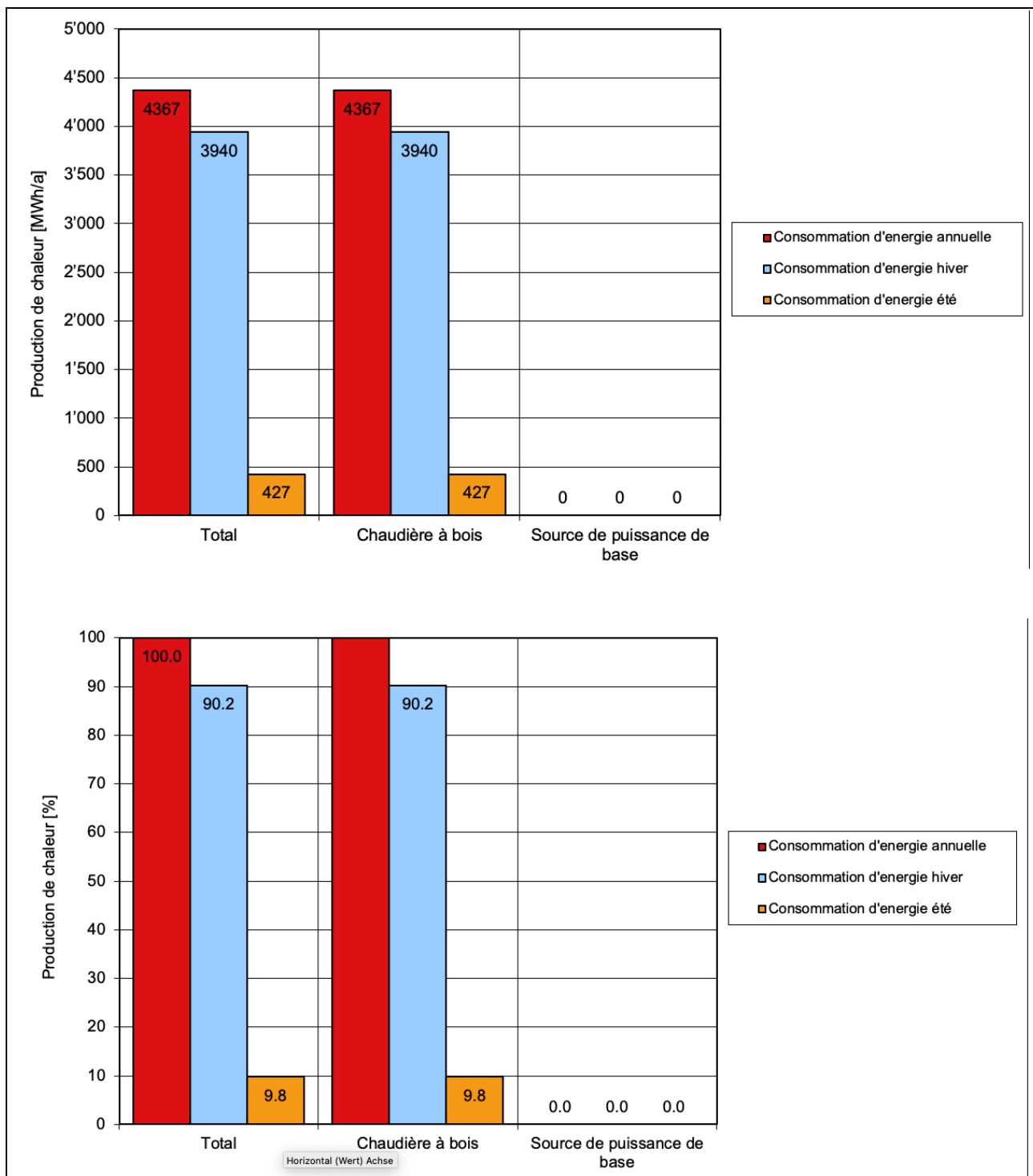


Figure 18: Production de chaleur totale et taux de production de la chaudière à bois en [MWh] (en haut) et en [%] (en bas) ; la différence « Installation totale – (chaudière à bois + source de puissance de base) » doit être produite par énergie fossile.

5.7 Feuille EXCEL «QM Tableau»

En fonction de l'avancement de la planification, le tableau Excel du Plan-qualité doit être complété et joint au document annexe à chaque grande étape. Pour limiter la charge administrative, le tableau Excel du Plan-qualité est désormais intégré au relevé de situation sous la forme d'une feuille EXCEL « QM Tableau ».

Par défaut, la devise est paramétrée sur « Franc suisse » et le combustible sur « plaquettes de bois ». Les collègues allemands ou autrichiens peuvent changer la devise en euros si nécessaire. Pour le combustible, il est possible de sélectionner « granulés ». En cas de changement de devise, les unités sont adaptées dans le tableau. En cas de changement de combustible, les unités et le calcul du volume du silo sont adaptés.

Les principales données de planification sont reprises dans la colonne Planification à partir des feuilles EXCEL « Consommateurs », « Installation » et « Centrale de chaleur ». Seules les données suivantes restent à compléter :

- Besoin de chaleur via le réseau (par défaut : 100 % du besoin total ; saisie d'une formule possible) [MWh/a]
- Puissance thermique requise via le réseau (par défaut : 100 % du besoin total ; saisie d'une formule possible) [kW]
- Longueur de fouilles du réseau de chaleur [mF]
- Taux de remplissage du silo [%]
- Volume brute du silo [m³]
- Pouvoir calorifique par mètre cube apparent pour les plaquettes de bois ou par kilogramme pour les granulés [kWh/m³pl ou kWh/kg]
- Coûts d'investissement pour la production de chaleur [CHF]
- Coûts d'investissement pour la distribution de chaleur [CHF]
- Température du primaire départ de la conduite à distance [°C]
- Température du primaire retour de la conduite à distance [°C]

Pour les valeurs caractéristiques, les conventions ou valeurs cibles ci-après peuvent être prédéfinies et servir au contrôle :

- Nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge des consommateurs [h/a]
- Densité de raccordement du réseau de chaleur (par défaut > 2.0)
- Pertes thermiques du réseau de chaleur (par défaut < 10 %)
- Coûts de la distribution de chaleur par mètre de fouille [CHF/mF]
- Coûts d'investissement spécifiques pour le réseau de chaleur [CHF/(MWh/a)]
- Coûts d'investissement spécifiques pour la production de chaleur [CHF/kW]
- Nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge de la/des chaudière(s) à bois (valeur par défaut issue du système sélectionné sur la feuille EXCEL « Centrale de chaleur »)
- Nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge des autres producteurs de chaleur
- Volume du silo (spécification de 5-7 jours pour les plaquettes ; pas de spécification pour les granulés) [jours]

Pour clôturer l'accompagnement Qualité avec l'étape EP5, la dernière version du tableau Excel du Plan-qualité doit servir de base à la comparaison et être complétée avec les valeurs réelles de l'année d'exploitation à prendre en considération.

6. Questions récurrentes (FAQ)

FAQ 1 : Comment est-ce que je détermine les heures de marche à pleine charge pour une certaine station climatologique dans des conditions-cadres données ?

Pour calculer les heures de marche à pleine charge pour une certaine station climatologique, il convient d'abord de choisir les conditions-cadres pour le type de bâtiment souhaité. Le Tableau 6 se base sur les valeurs suivantes, qui doivent par exemple correspondre à un immeuble d'habitation courant :

- Température extérieure plus basse	Moyenne journalière la plus basse 2002-2011 (Tableau 10 ou Tableau 19)
- Température ambiante	20°C
- Limite de chauffage	15°C
- Part indépendante de la température extérieure	5%

Si l'on prenait comme température extérieure standard les différentes valeurs spécifiques aux pays, on obtiendrait, par exemple pour Lindau (Allemagne), Bregenz (Autriche) et St. Margrethen (Suisse), les heures de marche à pleine charge différents, bien que ces localités ne soient éloignées que de quelques kilomètres et présentent certainement le même climat. On a donc choisi d'utiliser pour la température extérieure standard, la moyenne journalière la plus basse pour 2002-2011.

On peut maintenant calculer comme suit les heures de marche à pleine charge pour une certaine station climatologique :

1. Entrer les conditions-cadres mentionnées ci-dessus pour un consommateur de chaleur spécifique et régler tous les facteurs de correction à 1,0. Entrer un chiffre rond, par ex. 100 MWh/a (correspondant à 100%) pour les besoins en énergie de chauffage.
2. Modifier les besoins maximaux en puissance thermique jusqu'à ce que la colonne de droite «Chaleur ambiante» dans la Figure 15 soit un peu plus haute que celle de gauche, par ex. 105 MWh/a (ce qui correspond à 105%), ce qui représenterait un facteur de réserve de 1,05.
3. Les heures de marche à pleine charge qui en résultent peuvent servir de valeur généralement valable pour les bâtiments résidentiels situés aux environs de la station climatologique choisie.

Les heures de marche à pleine charge du Tableau 6 ont encore été calculées et complétées pour quelques stations climatologiques typiques dans le Tableau 19. Le facteur de réserve est de 1,05, à l'exception de Davos et de Kahler Asten, où il est de 1,13 afin d'éviter des valeurs trop élevées. Toutes les valeurs ont été arrondies à 50.

Station climatologique	Pays	Moyenne journalière la plus basse 2002-2011 [°C]	Heures de marche à pleine charge [h/a]
Bilje	SI	-3	1750
Brnik Letalisce	SI	-11	2050
Davos	CH	-14	3000
Francfort aéroport	DE	-7	1850
Graz	AT	-9	1950
Hohenpeissenberg	DE	-11	2350
Kahler Asten	DE	-12	2650
Karlsruhe	DE	-7	1800
Locarno	CH	-2	1800
Munich aéroport	DE	-11	2050
Nova Vas (Bloke)	SI	-13	2150
Tamsweg	AT	-16	2400
Trier Petrisberg	DE	-8	1950
Vienne, intérieur de la ville	AT	-7	1750
Zurich SMA	CH	-7	2150

Tableau 19: Nombre d'heures de marche à pleine charge pour des stations climatologiques typiques

En principe, l'objectif est toujours le même : j'aimerais savoir pour un certain type de bâtiment dans une région climatique précise :

- Quels est la puissance thermique à installer pour des besoins donnés en énergie de chauffage ? Ce cas est typique de l'assainissement de l'installation de production de chaleur dans des bâtiments ayant déjà quelques années (on connaît les besoins en énergie de chauffage par la consommation de combustible enregistrée jusqu'alors).
- Quels sont les besoins en énergie de chauffage pour des besoins maximaux donnés en puissance thermique ? Ce cas est typique des nouvelles constructions : je connais les besoins maximaux en puissance thermique par le calcul de la puissance thermique à installer selon la norme EN 12831 [8] et je détermine à partir de là l'énergie de chauffage nécessaire.

Dans le cas le plus simple, on prend dans ce but un nombre approprié d'heures de pleine charge pour des conditions-cadres fixées au préalable (par ex. à partir du Tableau 19). Mais on peut aussi aborder le problème pour les conditions-cadres les plus diverses en se servant du tableau «Relevé de situation» :

- Je connais l'énergie de chauffage nécessaire et je trouve la puissance thermique maximale nécessaire pour n'importe quelles conditions-cadres
- Je connais la puissance thermique maximale à installer et je trouve l'énergie de chauffage nécessaire pour n'importe quelles conditions-cadres
- Je modifie les conditions-cadres et je regarde ce qui se passe... (cf. FAQ 2 et FAQ 3)

FAQ 2 : Quelles sont les heures de marche à pleine charge d'une construction extrêmement bien isolée ?

Les heures de marches à pleine charges données dans le Tableau 19 ne s'appliquent pas aux constructions extrêmement bien isolées (par ex. Minergie, KfW 40, maison à faible consommation énergétique). Mais on peut répondre à cette question à l'aide de la table EXCEL en entrant les conditions-cadres typiques d'une construction dotée d'une excellente isolation thermique :

- Température extérieure standard Moyenne journalière la plus basse 2002-2011 (exemple : Zurich -7°C)
- Température ambiante 20°C
- Limite de chauffage 11°C (limite de chauffage bien inférieure en raison de la bonne isolation thermique et de l'exploitation passive de l'énergie)
- Part indépendante de la température extérieure 0% (les pertes indépendantes de la température extérieure ont tendance à être plus faibles)

Pour une construction très bien isolée située à Zurich, on obtient ainsi un nombre d'heures de marche à pleine charge de 1350 h/a.

FAQ 3 : Comment déterminer le facteur de correction pour l'énergie de chauffage nécessaire F1 ?

Contexte donné : home pour personnes âgées avec une température ambiante plus élevée de 2 K que celle de la plupart des bâtiments

On cherche : le facteur de correction pour l'énergie de chauffage nécessaire $F1 > 1$ (cf. Tableau 9)

Marche à suivre :

1. Entrer le home pour personnes âgées comme consommateur de chaleur spécifique. Régler la température ambiante et la limite de chauffage en fonction des valeurs souhaitées pour le home, par ex. 22/17°C. Cela nous donne les valeurs souhaitables dans un home pour personnes âgées pour la puissance thermique et l'énergie de chauffage nécessaires et donc la hauteur H1 de la colonne de droite «Chauffage des locaux» dans la Figure 15 valable pour le home pour personnes âgées.
2. Régler la température ambiante et la limite de chauffage en fonction du parc immobilier habituel, par ex. 20/15°C. L'énergie de chauffage nécessaire se réduit ainsi dans la Figure 15 de H1 à H2.
3. Il convient maintenant de choisir le facteur de correction de façon à atteindre à nouveau la valeur H1 : Facteur de correction pour l'énergie de chauffage nécessaire $F1 = H1 / H2$

On peut calculer de la même manière le facteur de correction pour une maison neuve, dotée d'une bonne isolation thermique. Dans ce cas, le facteur de correction devient $F1 < 1$. Une correction est nécessaire même avec une exploitation restreinte. Il s'avère plus compliqué de trouver le bon facteur de correction dans ce cas.

Contexte donné : école avec 5 semaines de vacances de Noël, d'hiver et de printemps pendant la période de chauffage de 35 semaines ; température ambiante pendant cette période : 15°C ; limite de chauffage : 10°C (on ne chauffe pas en dessus de cette température extérieure)

On cherche : le facteur de correction pour l'énergie de chauffage nécessaire $F1 < 1$ (cf. Tableau 9)

Marche à suivre :

1. Entrer l'école comme consommateur de chaleur spécifique. Régler la température ambiante et la limite de chauffage en fonction d'une exploitation normale, à savoir 20/15°C. Relever l'énergie de chauffage nécessaire H1 qui en résulte (colonne de droite «Chauffage des locaux» dans la Figure 15).
2. Régler la température ambiante et la limite du chauffage en fonction d'une exploitation restreinte, à savoir à 15/10°C. Relever l'énergie de chauffage nécessaire H2 qui en résulte.
3. Économie d'énergie = $5/35 \times (H1 - H2)$
4. Facteur de correction d'énergie de chauffage nécessaire $F1 = (H1 - \text{économie d'énergie}) / H1$

Naturellement, cette méthode n'est pas très exacte : on ne fait pas de différence en fonction des dates précises des vacances au cours de l'année et le réchauffage après les vacances n'est pas non plus pris en compte. Ces effets non-considérés pourraient encore être pris en compte au point 3 par un facteur supplémentaire (< 1).

FAQ 4 : Comment est-ce que je détermine le facteur de correction pour l'appel de puissance F2 ?

Un appel de puissance est toujours lié à une exploitation restreinte. Lorsque, par exemple, on réduit ou on éteint le chauffage d'une maison pendant la nuit, le retour est froid le matin. Exemple 1 :

- Température aller/retour avec une exploitation normale = 50/40°C
- Température aller/retour après la baisse nocturne = 50/20°C
- Donc en théorie, facteur de correction appel de puissance $F2 = 3,0$ (cf. Tableau 9)

Cette valeur élevée n'est guère atteinte dans la réalité car l'installation de production de chaleur existante a généralement un effet limitant. Il convient d'en tenir compte, en particulier dans les appels de puissance mesurés.

Le calcul selon la norme EN 12831 [7] entraîne des appels de puissance très différents. Exemple 2 :

$$\Phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$$

$$\Phi_{RH} = \text{Puissance nécessitée en plus [W]}$$

$$A = \text{Surface au sol de l'espace chauffé [m}^2\text{]}$$

$$f_{RH} = \text{Facteur de réchauffage [W/m}^2\text{]}$$

Ce qu'on appelle le «Facteur de réchauffage» selon la norme EN 12831 [7] est, pour être précis, un supplément de puissance. Il est donné en fonction de la chute de la température intérieure pendant la baisse nocturne (2...4 K), du temps de réchauffage (1...4 h) et de la masse du bâtiment (légère, moyennement lourde, lourde). Les valeurs sont de l'ordre de 4...36 W/m². En admettant une puissance thermique à installer spécifique de l'ordre de 20...50 W/m², on obtient théoriquement des facteurs de correction pour l'appel de puissance F2 de l'ordre de $(50+4)/50 = 1,08$ à $(20+36)/20 = 2,8$.

FAQ 5 : Comment concevoir une installation à l'aide de la courbe caractéristique de charge et de la courbe de distribution annuelle de la puissance thermique ?

Le programme EXCEL travaille avec deux courbes caractéristiques de charge : la courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation, dessinée en continu, et la courbe caractéristique de charge pondérée, présentée en traits discontinus. Les principes les plus importants pour l'utilisation de telle ou telle courbe caractéristique dans telle ou telle situation, ont été spécifiés dans l'Encadre 13.

Au moyen de la courbe (ligne continue) de charge de l'ensemble de l'installation, on peut interpréter :

- La puissance calorifique de la chaudière à bois d'installations monovalentes sans accumulateur.
- La puissance calorifique de la chaudière à bois d'installations bivalentes sans accumulateur (dimensionnement de 60 à 70%).
- La puissance calorifique de la chaudière à bois d'installations bivalentes avec accumulateur (dimensionnement de 50 à 60%).
- Besoins de puissance calorifique du consommateur.

La courbe de charge caractéristique (ligne continue) de l'ensemble de l'installation prend en considération tous les facteurs de simultanéité (chauffage des locaux F3, eau chaude F4 et la chaleur industrielle F5) ainsi que tous «Les facteurs de correction pour l'appel de puissance des consommateurs de chaleur» F2 sont considérés (voir Tableau 9). Cette courbe de charge caractéristique indique le besoin en chaleur le plus élevé devant être fourni par l'ensemble de l'installation de chauffage. Il convient de se servir de cette courbe de charge caractéristique pour effectuer l'examen de la consommation individuelle de chaleur.

Au moyen de la courbe caractéristique de charge (ligne discontinue) de l'ensemble de l'installation et de la courbe de distribution annuelle de puissance thermique à installer résultante, on peut interpréter :

- La puissance calorifique de la chaudière à bois d'installations monovalentes avec accumulateur.
- Le calcul des conduites du réseau de chauffage
- Les chiffres du besoin en chaleur pour l'étude de la rentabilité.

La courbe caractéristique de charge pondérée (ligne discontinue) prend en considération uniquement le facteur de correction F1 «Besoins en énergie de chauffage du consommateur de chaleur» (voir FAQ 3 et le Tableau 9). Pour l'eau chaude sanitaire et la chaleur industrielle la puissance thermique moyenne est calculée par le besoin annuel de chaleur indiqué par le planificateur principal (voir aussi le Tableau 9). On renonce en effet délibérément à un contrôle de plausibilité, mais on considère ainsi des valeurs moyennes quelques peu réalistes.

Si l'influence du facteur de simultanéité F3 et des facteurs de correction pour l'appel de puissance F2 est supérieure à celle des facteurs de correction pour l'énergie de chauffage nécessaire F1, il est possible à partir du programme EXCEL que la courbe caractéristique de charge pondérée dépasse la courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation. Mais il faut tenir compte du fait qu'un appel de puissance est toujours lié à une exploitation restreinte. Par conséquent, l'influence du facteur de correction sur les besoins en énergie pour une exploitation restreinte doit toujours être plus importante que celle de l'appel de puissance correspondant – sans économie d'énergie, cela n'aurait pas de sens de réduire l'exploitation !

Un facteur de simultanéité F3 ne se justifie que lorsque les appels de puissance F2 de différents bâtiments n'apparaissent pas au même moment ou lorsque des bâtiments ne sont pas chauffés en même temps (par ex. dans le cas d'une église et d'une salle polyvalente, chacune avec un facteur de correction $F1 < 1$, qui ne sont pas utilisées en même temps). Si l'on tient compte de ces dépendances de manière conséquente, la courbe caractéristique de charge pondérée ne devrait pas dépasser la «véritable» courbe caractéristique de charge. Comparaisons à ce sujet voir aussi Encadre 8.

La **courbe de distribution annuelle de puissance thermique à installer** est calculée à partir de la courbe caractéristique de charge pondérée. La surface située sous la courbe représente les besoins en énergie.

Dans le digramme de la Figure 16 la valeur minimale et maximale de la moyenne journalière de la chaudière à bois peut être indiquée. De cette façon, deux lignes de limitation ressortent :

- Ligne de limitation vers le haut avec la production journalière moyenne maximale possible, qui doit être fournie par la chaudière à bois
- Ligne de limitation à droite, qui indique,
 - par quelle production journalière moyenne minimale la chaudière à bois peut encore être employée
 - et combien de jours par an la chaudière à bois sera en service

Le programme encadre l'énergie produite avec le bois par an et montre les parts (en [MWh] et [%]) dans les diagrammes de la Figure 18.

Remarque : Comme le programme travaille avec des classes de températures extérieures (points sur la courbe de distribution annuelle de puissance thermique à installer) les valeurs insérées sont arrondies à la valeur la plus proche. En effet les calculs sont faits avec les valeurs présentées dans le diagramme, qui sont indiquées dans la colonne «Effectif».

FAQ 6 : Comment considérer les bâtiments non résidentiels, avec des données de base incertaines et des utilisations mixtes ?

Étant donné que, dans le cas des bâtiments non résidentiels, les données de base sont souvent incertaines et qu'en outre, plusieurs paramètres ne peuvent pas être déterminés individuellement dans le tableau EXCEL, les bâtiments non résidentiels doivent être traités à part. Le Tableau 20 montre, pour quelques bâtiments non résidentiels fréquemment rencontrés, quelles sont les différences existantes par rapport à une construction à usage d'habitation normale.

Les chiffres présentés dans le Tableau 20 se basent sur des valeurs empiriques issues de mesures, d'analyses énergétiques, etc. La valeur la plus fiable est dans ce cas le besoin en chaleur utile [kWh/(m²*a)], car celui-ci repose sur des chiffres de consommation réels. La puissance de chauffe installée correspondante [W/m²] a déjà été corrigée par un facteur de surdimensionnement. Le nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge résulte alors de la division des deux chiffres.

Le nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge augmente :

- lorsque l'altitude augmente (par rapport à la puissance de pointe nécessaire, la surface sous la courbe de distribution annuelle de puissance thermique à installer est grande)
- lorsque la température ambiante augmente (plus de chaleur produite avec la même chaudière, ce qui signifie que la chaudière fonctionne plus longtemps)

Le nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge diminue :

- lorsque le climat est plus doux, l'isolation thermique meilleure, lorsque les gains de chaleur sont mieux utilisés (par rapport à la puissance de pointe nécessaire, la surface sous la courbe de distribution annuelle de puissance thermique à installer est petite)
- lorsque la charge de pointe est importante (pour la même production de chaleur, une chaudière plus grande est nécessaire)
- en cas d'interruptions de fonctionnement relativement longues, p.ex. hôtels saisonniers (paramétrage de la chaudière sur un fonctionnement annuel, peut-être même sur des pointes de chauffe supplémentaires, mais peu de chaleur produite)

Construction à usage d'habitation : on peut supposer que ces chiffres coïncident relativement bien avec la réalité, car on dispose la plupart du temps de bons chiffres de base. Pour simplifier, on différencie tout d'abord le Plateau suisse de la région montagneuse, puis on distingue les catégories suivantes :

- Parc immobilier (grand parc de bâtiments existants avec différents niveaux de rénovation)
- Bâtiment existant (rénové de façon satisfaisante)
- Construction nouvelle (construite conformément au standard actuel)

Magasins et restaurants : Le besoin en chaleur utile de magasins et de restaurants simples (hors centres commerciaux) est comparable à celui des constructions à usage d'habitation, selon les chiffres issus de différentes sources (davantage de déperditions par la ventilation, mais également davantage de chaleur rejetée à l'intérieur). En termes de puissance, on obtient des valeurs plus élevées en raison du paramétrage sur les besoins de pointe (p. ex. monoblocs). Le nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge est ainsi nettement inférieur à celui des constructions à usage d'habitation.

Remarque : l'utilisation organisée de la chaleur rejetée (p. ex. de machines frigorifiques centrales) fait partie de la génération de chaleur. A l'inverse, la chaleur rejetée qui ne peut pas être utilisée de manière organisée (éclairage, congélateurs décentralisés avec restitution de chaleur dans l'air ambiant, etc.) ne font pas partie de la génération de chaleur, et ne doivent donc pas être pris en compte dans le calcul du besoin en puissance de chauffe.

Hôtels sans espace wellness : les chiffres relatifs à la chaleur ambiante sont similaires à ceux des constructions à usage d'habitation dans la mesure où il n'y a aucune interruption de fonctionnement ; le besoin en eau chaude sanitaire est plus élevé dans un hôtel, mais dépend là encore des interruptions de fonctionnement.

Piscines couvertes : on ne connaît que des chiffres forfaitaires globalement extrêmement élevés, comprenant à la fois le besoin en chaleur utile et le besoin en puissance. Les générateurs de chaleur, souvent surdimensionnés, doivent répondre à des charges en ruban élevées pour l'eau chaude et pour le chauffage de l'eau de la piscine. Si l'on prend en compte ce surdimensionnement, on peut par expérience tabler sur un nombre d'heures de fonctionnement à pleine charge similaire à celui des constructions à usage d'habitation, dans la mesure où il s'agit d'un fonctionnement sur une année entière.

Remarque : outre la piscine couverte elle-même avec ses vestiaires, sanitaires etc., le complexe dans son ensemble comprend souvent également des restaurants, des salles de sport etc. Ces zones supplémentaires ne sont pas prises en compte dans les chiffres selon le Tableau 20.

Espaces wellness dans les hôtels : ceux-ci peuvent être considérés séparément en tant que piscines : une colonne pour les chambres de l'hôtel, une colonne séparée pour l'espace wellness et éventuellement encore une autre colonne séparée pour un grand restaurant de l'hôtel (similaire à l'exemple 1).

Autres bâtiments non résidentiels : la manière dont peuvent être prises en compte les températures ambiantes élevées dans les maisons de retraite ainsi que les heures d'utilisation limitées dans les écoles ont déjà été abordée dans la FAQ 3.

	Maison d'habitation	Magasins et restaurants	Hôtels sans secteur wellness	Piscines couvertes, secteurs wellness dans les hôtels
Problèmes	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calcul des besoins de puissance thermique sans gains de chaleur, mais ceux-ci sont relativement bien connus et compris dans le tableau Excel ■ Besoins réguliers en eau chaude, relativement bien connus ■ Pas d'exploitation réduite ou seulement pendant la nuit 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calcul des besoins de puissance thermique souvent pas fiable ■ Charge de chaleur évacuée souvent mal connue ■ Puissances de raccordement élevées pour monobloc ■ Temps d'exploitation limités pour les jours et les semaines ■ Consommation d'eau chaude élevée dans les restaurants et basse dans les magasins (différente selon les branches) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calcul des besoins de puissance thermique comme pour la construction de logements, mais les gains de chaleur sont moins bien connus ■ Temps d'exploitation pouvant être différents selon les saisons ■ Pointes d'eau chaude élevées dans les habitations 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Calcul des besoins de puissance thermique souvent pas fiable ■ Charge de chaleur évacuée souvent mal connue ■ Puissances de raccordement élevées des échangeurs de chaleur pour l'eau des bains ■ Temps d'exploitation limités pour les jours, les semaines et les années ■ Consommation d'eau chaude journalière élevée avec besoins élevés aux heures de pointe
Chaleur spécifique requise	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Effectif 100 kWh/(m²a) Bâtiments exist. 80 kWh/(m²a) Bâtiments neufs 40 kWh/(m²a) ■ Régions de montagne : Effectif 120 kWh/(m²a) Bâtiments exist. 100 kWh/(m²a) Bâtiments neufs 50 kWh/(m²a) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Bâtiments exist. 80 kWh/(m²a) Bâtiments neufs 40 kWh/(m²a) ■ Régions de montagne : Bâtiments exist. 100 kWh/(m²a) Bâtiments neufs 50 kWh/(m²a) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Bâtiments exist. 80 kWh/(m²a) Bâtiments neufs 40 kWh/(m²a)* ■ Régions de montagne : Bâtiments exist. 100 kWh/(m²a) Bâtiments neufs 50 kWh/(m²a) ■ Valeurs plus basses possibles avec des interruptions d'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Bâtiments exist. 300kWh/(m²a) Bâtiments neufs 150 kWh/(m²a) ■ Régions de montagne : Bâtiments exist. 375kWh/(m²a) Bâtiments neufs 190kWh/(m²a) (y c. eau chaude et réchauffage de l'eau des bains)
Nombre d'heures à pleine charge pour le chauffage	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Effectif 2000 h/a Bâtiments exist. 2000 h/a Bâtiments neufs 1300 h/a ■ Régions de montagne : Effectif 2500 h/a Bâtiments exist. 2500 h/a Bâtiments neufs 1600 h/a 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Bâtiments exist. 1350 h/a Bâtiments neufs 800 h/a ■ Régions de montagne : Bâtiments exist. 1700 h/a Bâtiments neufs 1100 h/a 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Bâtiments exist. 2000 h/a Bâtiments neufs 1300 h/a ■ Régions de montagne : Bâtiments exist. 2500 h/a Bâtiments neufs 1600 h/a ■ Valeurs plus basses possibles avec des interruptions d'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Bâtiments exist. 2000 h/a Bâtiments neufs 1300 h/a ■ Régions de montagne : Bâtiments exist. 2500 h/a Bâtiments neufs 1600 h/a (y c. eau chaude et réchauffage de l'eau des bains)
Puissance thermique spécifique requise	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Effectif 50 W/m² Bâtiments exist. 40 W/m² Bâtiments neufs 30 W/m² ■ Régions de montagne : Effectif 50 W/m² Bâtiments exist. 40 W/m² Bâtiments neufs 30 W/m² 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Bâtiments exist. 60 W/m² Bâtiments neufs 50 W/m² ■ Régions de montagne : Bâtiments exist. 60 W/m² Bâtiments neufs 50 W/m² 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Bâtiments exist. 40 W/m² Bâtiments neufs 30 W/m² ■ Régions de montagne : Bâtiments exist. 40 W/m² Bâtiments neufs 30 W/m² ■ Valeurs identiques requises avec des interruptions d'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Plateau Suisse : Bâtiments exist. 150 W/m² Bâtiments neufs 125 W/m² ■ Régions de montagne : Bâtiments exist. 150 W/m² Bâtiments neufs 125 W/m² (y c. eau chaude et réchauffage de l'eau des bains)
Puissance thermique requise pour l'eau chaude :	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maison individuelle 15...20 kWh/(m²a) ■ Immeuble 25...30 kWh/(m²a) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Valeurs plus élevées pour les restaurants que pour les habitations : 30...70 kWh/m² ■ Valeurs plus basses pour les magasins que pour les habitations : 5...15 kWh/m² 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Valeurs nettement plus élevées que dans les immeubles, mais éventuellement compensées par une occupation plus basse : 30...50 kWh/(m²a) 	Production d'eau chaude et réchauffage de l'eau des bains compris dans les chiffres caractéristiques ci-dessus Ces chiffres caractéristiques ne permettent donc qu'une estimation approximative des besoins totaux. L'exemple 2 montre une possibilité de répartition sur la chaleur des locaux, l'eau chaude et la chaleur industrielle (réchauffage de l'eau des bains).
Nombre d'heures à pleine charge pour l'eau chaude	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pas 8760 h/a, car la consommation journalière est différente, recommandation : 4000...6000 h/a 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Valeurs plus basses que pour les habitations (pointes de puissance plus élevées) : 2000...3000 h/a 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Valeurs plus basses que pour les habitations (pointes de puissance plus élevées) : 2000...3000 h/a 	
Puissance thermique requise pour l'eau chaude :	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maison individuelle 5 W/m² ■ Immeuble 8 W/m² 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Valeurs plus élevées pour les restaurants que pour les habitations : 25 W/m² ■ Valeurs plus basses pour les magasins que pour les habitations : 5 W/m² 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les besoins en eau chaude spécifiques sont nettement plus élevés que dans les immeubles : 15...25 W/m² 	

Tableau 20: Comparaison de quelques bâtiments non habités avec les maisons d'habitation.

Exemple 1 : Utilisation mixte d'appartements et de magasins et/ou restaurants dans le même bâtiment

Pour les installations de ventilation de magasins, restaurants etc. il n'existe souvent pas de calculs fiables des besoins en puissance thermique, mais, par exemple, uniquement les puissances de raccordement des monoblocs et/ou des réchauffeurs d'air. A cela s'ajoute encore fréquemment des charges de chaleur évacuée inconnues et des heures d'exploitation restreintes, qui ne sont pas non plus précisément connues. La base de données incertaine concernant de telles installations de ventilation ne peut bien entendu pas être améliorée par le tableau Excel. Mais il faudrait au moins tenter de séparer ces données incertaines de celles qui sont fiables et «tailler» sur des valeurs plausibles.

En principe, le tableau Excel est conçu pour les trois domaines «Chauffage des locaux», «Production d'eau chaude sanitaire» et «Processus». Étant donné que la charge des installations de ventilation est dépendante des conditions météorologiques, il y a lieu de créer un domaine séparé «Chauffage des locaux» pour celles-ci. Le plus simple est alors d'utiliser deux colonnes par maison, l'une pour les appartements avec une base de données sûre, l'autre pour les magasins avec une base de données incertaine. Il est dès lors judicieux de considérer la production d'eau chaude sanitaire également de manière séparée. Le Tableau 21 montre un exemple.

Pour «tailler» sur des valeurs plausibles, les facteurs F1 à F5 selon le Tableau 9 sont à disposition:

- Le «Facteur de correction énergie de chauffage nécessaire F1» permet de corriger individuellement la courbe caractéristique de charge pondérée pour chaque consommateur de chaleur (donc chaque colonne du Tableau 21) qui est utilisée pour calculer la courbe de distribution annuelle de puissance thermique à installer de charge de la puissance thermique requise. Cette **courbe caractéristique moyenne de charge** représente la valeur moyenne sur 24 heures de la puissance thermique requise en relation avec la température extérieure.
- Le «Facteur de correction appel de puissance F2» permet de corriger individuellement la courbe caractéristique de charge de l'ensemble de l'installation pour chaque consommateur de chaleur (donc chaque colonne du Tableau 21). Il s'agit de la **courbe caractéristique de charge représentant la pointe de charge requise** en relation avec la température extérieure. En pratique, cette pointe de charge n'est toutefois requise que pour la température extérieure de dimensionnement, car en cas de températures extérieures plus élevées, le cas échéant, il existe toujours la puissance globale de l'installation.
- Les facteurs de simultanéité F3, F4 et F5 ne conviennent pas pour des corrections individuelles car ils ont le même effet sur tous les consommateurs de chaleur.

De façon générale, il convient de distinguer deux situations de départ :

Situation de départ A : L'énergie de chauffage nécessaire (kWh/a) et la puissance de raccordement [kW] installée (ou planifiée) sont connues. Dès lors, le nombre d'heures d'exploitation à pleine charge du Tableau 20 permet d'estimer le degré de surdimensionnement. La courbe caractéristique moyenne de charge sera ensuite corrigée en fonction du degré de surdimensionnement, alors que la courbe caractéristique de charge de pointe ne sera pas du tout corrigée ou alors en fonction de la situation présente.

Situation de départ B : Seule l'énergie de chauffage nécessaire [kWh/a] est connue. En divisant l'énergie de chauffage nécessaire par le nombre correspond d'heures d'exploitation à pleine charge du Tableau 20, on obtient la puissance thermique requise. La courbe caractéristique moyenne de charge n'est alors pas corrigée. En revanche, la courbe caractéristique de charge de pointe pourra être corrigée par un facteur de charge de pointe selon la situation.

L'exemple du Tableau 21 se base sur la situation de départ A. Les données concernant les appartements sont plausibles et n'ont pas été corrigées (les deux facteurs de correction ont la valeur 1). La puissance de raccordement dans les magasins, avec les monoblocs de ventilation probablement fortement surdimensionnés, a été corrigée d'un facteur 0,7 vers le bas en ce qui concerne la courbe caractéristique moyenne de charge (représentant la valeur moyenne de 24 heures). Par contre, la courbe caractéristique de charge de pointe n'a pas été corrigée.

Remarque : Il n'est en principe pas tenu compte des facteurs de correction pour le calcul des caractéristiques dans le tableau Excel. Dans l'exemple du Tableau 21, le nombre d'heures d'exploitation à pleine charge et la puissance thermique spécifique requise sont mentionnés en tenant compte du facteur de correction (entre parenthèses). Ces valeurs concordent maintenant avec les chiffres attendus dans le Tableau 20 (Plateau suisse, construction existante).

Généralités	Numéro	1	2
		Désignation	Maison 1
		1. - 3. Étages	Rez-de-chaussée
		Logements	Magasin
	Surface de référence énergétique [m ²]	1200	400
	Température de départ max [°C]	85	85
	Température de retour max. [°C]	55	55
Chauffage	Besoins en chaleur pour le chauffage [MWh/a]	100	35
	Puissance thermique max. requise pour le chauffage [kW]	50	35
	Facteur de correction besoins en chaleur pour le chauffage [-]	1	0.7
	Facteur de correction pointe de chauffage [-]	1	1
Eau chaude	Besoins annuels en chaleur pour l'eau chaude [MWh/a]	10	2
	Puissance thermique max. nécessaire pour l'eau chaude [kW]	2	1
Chaleur industrielle	Besoins annuels en chaleur industrielle [MWh/a]	0	0
	Puissance thermique max. requise pour la chaleur industrielle [kW]	0	0
Chauffage	Nombre d'heures à pleine charge, chauffage [h/a]	2000	1000 (1429*)
	Chaleur spécifique requise [kWh/m ² a]	83	88
	Puissance thermique spécifique requise [W/m ²]	42	88 (61*)
Eau chaude	Nombre d'heures à pleine charge, eau chaude [h/a]	5000	2000
	Besoins en énergie spécifique WW [kWh/m ² a]	8	5
Chaleur industrielle	Nombre d'heures à pleine charge, chaleur industrielle [h/a]		

* En tenant compte du facteur de correction 0,7

Tableau 21: Exemple d'une utilisation mixte d'appartements avec un magasin au rez-de-chaussée de la même maison.

Exemple 2 : Répartition de la consommation totale d'une piscine couverte sur la chaleur des locaux, l'eau chaude sanitaire et la chaleur industrielle (chauffage de l'eau des bains). Les données suivantes sont connues :

- Plateau suisse, construction existante, assainissement réalisée à satisfaction
- Surface de référence énergétique d'une piscine couverte et de ses locaux annexes = 1000 m²
- Surface de référence énergétique d'un restaurant = 400 m²
- Surface de référence énergétique des appartements = 200 m²
- Consommation énergétique totale = 350 MWh/a (grandeur fiable, car calculée à partir de la consommation actuelle du combustible)
- Puissance thermique totale installée de l'installation de production de chaleur = 220 kW (vraisemblablement très surdimensionnée)

Étape 1 : Répartition de la consommation énergétique à l'aide du Tableau 20:

- Appartements, chaleur des locaux = 200 m² x 80 kWh/(m²a) = 16 MWh/a
- Appartements, eau chaude sanitaire = 200 m² x 8 kWh/(m²a) = 1,6 MWh/a
- Restaurant, chaleur des locaux = 400 m² x 80 kWh/(m²a) = 32 MWh/a
- Restaurant, eau chaude sanitaire = 400 m² x 50 kWh (m²a) = 20 MWh/a
- Piscine couverte, soit 350 – (16+2+32+20) = 280 MWh/a

Étape 2 : La consommation énergétique dans la piscine couverte se répartit sur 40 .. 60% de la chaleur des locaux pour 60..40% de l'eau chaude + du chauffage de l'eau des bains. Si l'on prend une valeur moyenne, il en résulte :

- Piscine couverte, chauffage des locaux = 0,5 x 280 MWh/a = 140 MWh/a
- Piscine couverte, eau chaude sanitaire = 0,25 x 280 MWh/a = 70 MWh/a
- Piscine couverte, chauffage de l'eau des bains = 0,25 x 280 MWh/a = 70 MWh/a

Étape 3 : Répartition de la puissance thermique requise à l'aide du Tableau 20:

- Appartements, chaleur ambiante = 16 MWh/a / 2000 h/a = 8 kW
- Appartements, eau chaude sanitaire = 1,6 MWh/a / 4000 h/a = 0,4 kW
- Restaurant, chaleur ambiante = 32 MWh/a / 1350 h/a = 24 kW
- Restaurant, eau chaude sanitaire = 20 MWh/a / 2500 h/a = 8 kW
- Piscine couverte, chaleur ambiante = 140 MWh/a / 1700 h/a = 82 kW
- Piscine couverte, eau chaude sanitaire = 70 MWh/a / 2000 h/a = 35 kW
- Piscine couverte, chauffage de l'eau des bains = 70 MWh/a / 4500 h/a = 16 kW
- Total = 174 kW (en comparaison, la puissance installée est de 220 kW)

Étape 4 : Saisie des données dans le tableau Excel. Le réglage général suivant sera sélectionné :

- Station climatologique = Zurich avec -9 °C
- Température ambiante = 20 °C
- Limite de chauffage = 15 °C
- Quote-part indépendante des conditions météorologiques = 0%

La puissance installée momentanée à disposition pour la piscine couverte est la suivante :

$$220 - (8+1+24+8+35+16) = 128 \text{ kW}$$

Le calcul de l'étape 3 avec un nombre d'heures d'exploitation à pleine charge de 1700 h/a n'a donné que 82 kW. Deux possibilités se présentent :

- Si cette puissance de pointe installée du moment de 128 kW reste dans la courbe caractéristique de charge de pointe, la courbe caractéristique de charge pondérée doit être corrigée d'un facteur F1 (Tableau 9). Dans le Tableau 22, la valeur F1 = 82 kW / 128 kW = 0,64 a été sélectionnée.
- Mais elle peut également être corrigée à une valeur intermédiaire (p. ex. 100 kW au lieu de 128 kW, le facteur de correction devenant alors F1 = 100 kW / 128 kW = 0,78.

Dans tous les cas, la puissance doit être adaptée de manière à ce que les besoins thermiques calculés par le tableau Excel soient un peu plus haut que les besoins énergétiques calculés à partir de la consommation de combustible actuelle.

Généralités	Numéro	1	2	3
		Piscine couverte	Piscine couverte	Piscine couverte
	Désignation			
		Logements	Restaurant	Piscine
	Surface de référence énergétique [m ²]	200	400	1000
	Température de départ max [°C]	85	85	85
	Température de retour max. [°C]	55	55	55
Chauffage	Besoins en chaleur pour le chauffage [MWh/a]	16	32	140
	Puissance thermique max. requise pour le chauffage [kW]	8	24	128
	Facteur de correction besoins en chaleur pour le chauffage [-]	1	1	0.64
	Facteur de correction pointe de chauffage [-]	1	1	1
Eau chaude	Besoins annuels en chaleur pour l'eau chaude [MWh/a]	1.6	20	70
	Puissance thermique max. nécessaire pour l'eau chaude [kW]	0.4	8	35
Chaleur industrielle	Besoins annuels en chaleur industrielle [MWh/a]	0	0	70
	Puissance thermique max. requise pour la chaleur industrielle [kW]	0	0	16
Chauffage	Nombre d'heures à pleine charge, chauffage [h/a]	2000	1333	1094(1709*)
	Chaleur spécifique requise [kWh/m ² a]	80	80	140
	Puissance thermique spécifique requise [W/m ²]	40	60	128 (82*)
Eau chaude	Nombre d'heures à pleine charge, eau chaude [h/a]	4000	2500	2000
	Besoins en énergie spécifique WW [kWh/m ² a]	8	50	70
Chaleur industrielle	Nombre d'heures à pleine charge, chaleur industrielle [h/a]			4375
* En tenant compte du facteur de correction 0,64				

Tableau 22: Exemple de la répartition énergétique d'une piscine couverte avec différentes utilisations.

FAQ 7 : Comment déterminer les valeurs pour la performance journalière moyenne ?

Le programme fonctionnant avec des classes de températures extérieures (points sur la courbe annuelle), les valeurs saisies sont arrondies à la valeur la plus proche. Le calcul effectif est réalisé au moyen des valeurs représentées dans le diagramme, également mentionnées dans la colonne « Effectif ». Les valeurs saisies doivent éventuellement être adaptées jusqu'à ce que les valeurs effectives soient les plus proches possibles des valeurs souhaitées.

Performance journalière moyenne minimale de la chaudière à bois

Nous recommandons de procéder de la manière suivante :

- 1) Déterminer le besoin de chaleur en mode estival en kWh par jour (besoin de chaleur chauffe-eau + perte accumulateur et conduite à distance).
Exemple : 3000 kWh par jour
- 2) Calculer la moyenne journalière de la charge de chauffage en mode estival en kW (1). Introduire cette valeur comme performance journalière moyenne minimale de la chaudière à bois.
Exemple : 3000 kWh / 24 h = 125 kW
- 3) Déterminer la moyenne minimale de la charge de chauffage en heures creuses requise pour votre configuration en pour cent selon FAQ 12 dans [9].
Exemple : 15%

Contrôle : La puissance nominale maximale admissible de la chaudière découle de (2) et (3) (s'il y a deux chaudières à bois, il s'agira de la puissance nominale maximale admissible de la plus petite des deux). Est-ce que cette exigence peut être remplie dans le choix du système ?

Exemple : 125 kW / 0,15 = 830 kW

Problèmes pouvant survenir : Dans le domaine inférieur, les sauts des valeurs effectives possibles sont relativement élevés. En modifiant la valeur nominale, trouver la valeur effective la plus judicieuse.

Performance journalière moyenne maximale de la chaudière à bois

Remarque : en tout état de cause, la puissance nominale de la chaudière avec le combustible de référence (s'il y a plusieurs chaudières, leur puissance totale) ne peut être utilisée ici puisque la courbe de la fréquence cumulée indique les performances journalières moyennes et que les besoins en performance varient fortement au cours de la journée. Une chaudière de 1000 kW ne peut donc pas couvrir une charge de chauffage moyenne de 1000 kW, mais une charge moins élevée. La différence dépend de multiples facteurs :

■ Nous savons d'expérience qu'une installation avec accumulateur et un réseau de chaleur inerte (beaucoup de petits utilisateurs) avec chaudière à mazout/gaz bloquée peut obtenir en exploitation des valeurs très proches de la puissance nominale de la (des) chaudière(s) sans que la température dans le réseau ne dégringole. La performance journalière moyenne maximale d'installations avec accumulateur peut donc être augmentée en conséquence.

■ Pour les installations sans accumulateur et réseau de chaleur alerte (peu d'utilisateurs mais de grands utilisateurs), la température dégringole bien plus rapidement dans le réseau et la chaudière à mazout/gaz doit donc être mise en circuit plus rapidement.

■ La question suivante est décisive : Quelle est la capacité de la régulation en cascade automatique à empêcher une mise en circuit trop précoce de la chaudière à mazout/gaz, surtout pendant la pointe matinale ? En réglant un déverrouillage manuel le plus tardif possible de la chaudière à mazout/gaz (donc qu'au moment où la température dégringole réellement dans le réseau), on peut augmenter sensiblement le taux de couverture par le bois.

Il faut toujours tenir compte que le tableau Excel ne montre qu'une approximation de la réalité. Les valeurs suivantes (valeurs de référence non-contractuelles) peuvent être introduites comme performance journalière moyenne maximale :

- Installations avec accumulateur : 90% de la puissance nominale
- Installations sans accumulateur : 70...80% de la puissance nominale

FAQ 8 : Comment déterminer la performance journalière moyenne maximale de la source de puissance de base et comment est-elle représentée dans le diagramme « Courbe de distribution annuelle de la puissance thermique requise » (Figure 16) ?

Performance journalière moyenne maximale des puissances de base

S'il n'y a pas de source de puissance de base, cette valeur doit être mise à zéro.

Lorsqu'il existe une source de puissance de base (p. ex. production d'électricité par une installation ORC), on peut introduire sa performance journalière moyenne maximale. Jusqu'à la ligne rouge « Puissance indépendante des conditions météorologiques », la valeur est exactement reproduite dans la colonne « Effectif », au-delà, les valeurs seront arrondies à la classe de température extérieure.

Problèmes pouvant survenir : Dans le domaine dépassant la ligne rouge « Puissance indépendante des conditions météorologiques », les sauts des valeurs effectives possibles sont relativement élevés. En modifiant la valeur nominale, trouver la valeur effective la plus judicieuse.

Attention : Chaque modification de la valeur introduite a une influence sur toutes les valeurs de la colonne « Effectif ». Il faut donc contrôler les autres valeurs et les adapter le cas échéant.

7. Bibliographie

- [1] Ruedi Bühler, Hans Rudolf Gabathuler, Andres Jenni: Q-Leitfaden. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2. Auflage 2007. ISBN 978-3-937441-91-3. (Cahiers QM Chauffages au bois, Tome 1)
- [2] Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer: Standard-Schaltungen – Teil I. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2., erweiterte Auflage 2010. ISBN 978-3-937441-92-1. (Cahiers QM Chauffages au bois, Tome 2)
- [3] Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke: Muster-Ausschreibung Holzkessel. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2004. ISBN 978-3-937441-93-X. (Cahiers QM Chauffages au bois, Tome 3)
- [4] Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke: Planungshandbuch. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 3., komplett überarbeitete Auflage 2022. ISBN 978-3-937441-96-2 (Cahiers QM Chauffages au bois, Tome 4)
- [5] Alfred Hammerschmid, Anton Stallinger: Standard-Schaltungen – Teil II. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2006. ISBN 978-3-937441-95-6. (Cahiers QM Chauffages au bois, Tome 5) (seulement en allemand)
- [6] Bernhard Enzesberger, Johann Reinalter: Ratgeber zur Biomassekesselausschreibung (Version Österreich). Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2009. ISBN 978-3-937441-89-4. (Cahiers QM Chauffages au bois, Tome 6)
- [7] DIN EN ISO 52016: Performance énergétique des bâtiments - Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage – Bâtiments résidentiels.
- [8] EN 12831: Systèmes de chauffage dans les bâtiments - Méthode de calcul des déperditions calorifiques de base.
- [9] Questions fréquemment posées (Foire aux questions FAQ) : La réponse à un problème survenant fréquemment est formulée le plus rapidement possible sous forme d'une FAQ publiée sur Internet. Il est possible de télécharger la FAQ correspondante ou toute la collection de FAQ gratuitement.

N.B. : Les titres [1] à [6] ainsi que la dernière version du présent manuel pour le tableau Excel de saisie de la situation et la dernière version du tableau EXCEL correspondante peuvent être téléchargés sur le site Internet de QM Chauffages au bois.

www.qmholzheizwerke.ch / www.qmbois.ch

www.qmholzheizwerke.de

www.qmholzheizwerke.at



www.qmholzheizwerke.ch

www.qmholzheizwerke.de

www.qmholzheizwerke.at