

Guide

Chauffage à distance / froid à distance

Rapport final



Objectif et motivation

Le chauffage à distance permet d'utiliser des rejets de chaleur ainsi que les énergies renouvelables, d'où son importance croissante. Les réseaux de chauffage à distance se sont développés au cours de ces dernières années et leur rôle s'est également accru dans le contexte de la Stratégie énergétique 2050. En Suisse, il est nécessaire de prendre des mesures dans le domaine de la transmission énergétique thermique en vue de compiler les règles, normes et processus généralement reconnus. Destiné à toutes les personnes impliquées dans projet de chauffage à distance, le Guide «Chauffage à distance / froid à distance» décrit le déroulement du projet et les exigences de qualité à respecter. Le guide sert de ligne directrice fiable aux initiateurs, aux maîtres d'ouvrage et aux bureaux d'ingénieurs ainsi qu'à la branche lors de la réalisation de projets de chauffage à distance. En principe, le document doit montrer qui doit exécuter les contrôles ou doit en assumer la responsabilité et à quel moment de la chaîne. Le guide est basé sur des données empiriques et doit contribuer à ce que de nouveaux réseaux de chauffage à distance soient exécutés de manière efficiente et économique.

Public cible

- Initiateurs, investisseurs et maîtres d'ouvrage de réseaux d'approvisionnement en chauffage à distance
- Ingénieurs en chauffage et planificateurs en chauffage
- Ingénieurs en génie civil et spécialistes opérant dans le domaine de la construction de canalisations
- Cadres employés dans des entreprises de planification dédiées au chauffage, aux techniques du bâtiment et au génie civil
- Employés d'entreprises de chauffage
- Exploitants de réseaux de chauffage à distance

Groupe de travail

Le guide «Chauffage à distance / froid à distance» a été rédigé par un groupe de projet de l'«Association suisse du chauffage à distance» (ASCAD) et cofinancé par l'Office fédéral de l'énergie OFEN, Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Adresse postale: 3003 Berne.

Équipe de projet de l'ASCAD

Walter Böhlen, responsable de projet de l'Association suisse du chauffage à distance
Gerhard Oppermann, conseil en économie de l'énergie, Liestal
Othmar Arnold, Durena AG die Energie-Ingenieure, Lenzburg
Joachim Ködel, Haute Ecole Spécialisée de Lucerne
Marcel Büchler et al, Fernwärme Zürich
Martin Jutzeler et al, Energie Wasser Bern

Sommaire

Le guide comprend les chapitres suivants

- Chapitre 1 Généralités
- Chapitre 2 Chauffage à distance / froid à distance - objectifs à long terme
- Chapitre 3 Environnement du chauffage à distance
- Chapitre 4 Développement territorial
- Chapitre 5 Marketing et clients
- Chapitre 6 Déroulement du projet
- Chapitre 7 Technique et rentabilité
- Chapitre 8 Exploitation
- Chapitre 9 Questions juridiques
- Chapitre 10 Exemples pratiques

Les auteurs sont les seuls responsables du contenu du guide.

Auteurs

- Gerhard Oppermann, conseiller en énergie, Liestal (chapitres 2, 3, 6)
- Othmar Arnold, Durena AG, Lenzburg (chapitre 7)
- Joachim Ködel, Haute Ecole Spécialisée de Lucerne (chapitres 4, 5, 10)
- Marcel Büchler et al, Fernwärme Zürich (chapitre 8)
- Martin Jutzeler et al, Energie Wasser Bern (chapitres 1, 8, 9)

Responsabilités et applications

Les contenus du guide du chauffage à distance sont basés sur l'expérience des auteurs ainsi que les ouvrages cités dans la bibliographie. Bien que ces informations aient été rassemblées avec le plus grand soin, nous ne saurions être tenus responsables de l'utilisation qui en sera faite. Ce guide doit servir de base pour la formation continue et le perfectionnement et sera mis à jour régulièrement. Toutes remarques et propositions d'amélioration sont les bienvenues.

Version 1.2 du 18 septembre 2020

Association suisse du chauffage à distance
c/o Ryser Ingenieure AG
Engenstrasse 9, Postfach
3001 Bern

www.chauffage-a-distance.ch

Guide

Chauffage à distance / froid à distance



Rapport final

Version 1.3, 10.03.2022

Avec le soutien de

Sommaire

1. Généralités	6	6. Déroulement du projet	64
1.1 Préambule	6	6.1 Aperçu	64
1.2 Objectif	7	6.2 Clarification avant le début de projet	65
1.3 Domaine d'application	7	6.3 Domaines de compétences	65
1.4 Références normatives	9	6.4 Flux du projet	70
1.5 Qu'est-ce que le chauffage à distance?	9	6.5 Aspects importants des projets de chauffage à distance / froid à distance	72
1.6 Fonctionnement du chauffage de proximité et à distance	10	7. Technique et rentabilité	74
1.7 Termes	11	7.1 Vente de chaleur, demande énergétique et demande de puissance	74
1.8 Sécurité au travail	28	7.2 Sources de chaleur et systèmes de production de chaleur	78
1.9 Qualification du personnel	28	7.3 Distribution de chaleur et réseaux de chauffage à distance	80
2. Chauffage à distance / froid à distance - objectifs à long terme	29	7.4 Coûts et rentabilité	94
2.1 Stratégie énergétique 2050 de la Confédération	29	7.5 Subventions	101
2.2 Contribution du secteur du chauffage à distance	29	7.6 Modèles tarifaires	102
2.3 Vision du réseau d'approvisionnement en chauffage à distance en Suisse	30	7.7 Organe responsable du projet	104
2.4 Obstacles entravant la mise en œuvre	38	8. Exploitation	106
2.5 Mesures permettant d'atteindre les objectifs	38	8.1 Production et installation de production	106
3. Environnement du chauffage à distance	41	8.1.1 Besoins en chaleur	106
3.1 Conditions	41	8.1.2 Installation(s) de production	107
3.2 Avantages du chauffage à distance	42	8.1.3 Perte de production et redondance	108
3.3 Quand vaut-il la peine de développer un réseau de chauffage de proximité ou à distance?	46	8.1.4 Sources d'énergie	108
3.4 Acceptation et refus du chauffage à distance	46	8.1.5 Eau chaude	109
3.5 Avantages économiques	47	8.2 Distribution	110
3.6 Conditions-cadres	48	8.2.1 Dommages sur le réseau	110
4. Développement territorial	50	8.2.2 Dysfonctionnements au sein du réseau	111
4.1 Approvisionnement énergétique	50	8.3 Aspects organisationnels	111
4.2 Choix de la zone	50	8.3.1 Exploitation	112
4.2.1 Zone de constructions nouvelles	52	8.3.2 Maintenance	113
4.2.2 Nouvelle zone d'approvisionnement à raccorder	52	9. Questions juridiques	115
4.2.3 Extension d'un approvisionnement existant	52	9.1 Planification directrice	115
4.2.4 Densification de réseau	52	9.2 Force obligatoire pour les autorités	116
4.2.5 Gestion des cas particuliers	53	9.3 Obligation de raccordement	116
4.3 Influences sur les coûts d'exploitation	53	9.4 Loi de soumission	117
4.4 Itération relative au choix de la zone	55	9.5 Financement et propriété du réseau de chauffage à distance	118
5. Marketing et clients	57	9.6 Relations contractuelles avec le client	119
5.1 Consommateurs et clients	57	9.7 Règlements	120
5.2 Marketing adapté aux différentes phases du projet	58	9.8 Contrats de servitude	120
5.3 Activités marketing	59	10. Exemples pratiques	123
5.4 Dialogue avec le client	61	10.1 Projets phares	123
5.5 Données des clients	61	10.2 Exemples de bonne pratique	127
5.6 Point de vue du client	62	10.3 Exemples d'erreurs évitables	130
		10.4 Résumé des exemples de cas	138

1. Généralités

1.1 Préambule

Le guide «Chauffage à distance / froid à distance» doit constituer un ouvrage compact et facilement utilisable permettant à toutes les personnes intéressées d'initier et de mettre en œuvre un projet dans le domaine chauffage à distance / froid à distance de manière appropriée et ciblée.

Le présent guide ainsi que les documents «Guide de planification du chauffage à distance», «Directives pour les réseaux de chauffage à distance», le document issu de la pratique «Catalogue des articles normalisés relatifs à la construction de conduites» et les documents élaborés dans le cadre du projet «Mise en réseau thermique» constituent des bases de travail complètes pour l'approvisionnement en énergie thermique.

Cet ensemble d'ouvrages s'appuie sur des bases, des directives, des ensembles de règles (AGFW, SSIGE) et des normes (SN, EN, SIA, SICC) disponibles actuellement.

Équipe d'auteurs

- Gerhard Oppermann, conseiller en énergie, Liestal (chapitres 2, 3, 6)
- Othmar Arnold, Durena AG die Energie-Ingenieure, Lenzburg (chapitre 7)
- Joachim Ködel, Haute Ecole Spécialisée de Lucerne (chapitres 4, 5, 10)
- Marcel Büchler, Fernwärme Zürich (chapitre 8)
- Martin Jutzeler, Energie Wasser Bern (chapitres 1, 8, 9)

Structure du guide

Le guide traite en 10 chapitres tous les champs d'action pertinents, de l'idée de projet jusqu'à la phase d'exploitation.

Les lecteurs ont ainsi une vue d'ensemble qui leur permet de s'orienter. Nous avons renoncé à traiter ces thèmes trop en profondeur. Au lieu de cela, des renvois vers des ensembles de règles sur le chauffage à distance / froid à distance sont effectués, afin de fournir aux lecteurs intéressés des indications leur permettant d'approfondir les domaines thématiques souhaités.

Le guide «Chauffage à distance / froid à distance» comprend des informations, des indications, des recommandations résultant notamment des expériences faites par les planificateurs, les développeurs et les exploitants d'installations.

Chapitre 1	Généralités
Chapitre 2	Chauffage à distance / froid à distance - objectifs à long terme
Chapitre 3	Environnement du chauffage à distance
Chapitre 4	Développement territorial
Chapitre 5	Marketing et clients
Chapitre 6	Déroulement du projet
Chapitre 7	Technique et rentabilité
Chapitre 8	Exploitation
Chapitre 9	Questions juridiques
Chapitre 10	Exemples pratiques

1.2 Objectif

Le guide «Chauffage à distance / froid à distance» s'adresse d'une part aux maîtres d'ouvrage, aux planificateurs, aux exploitants et d'autre part aux décisionnaires, aux investisseurs et aux autres personnes intéressées travaillant dans la branche du chauffage à distance / froid à distance.

1.3 Domaine d'application

Dans la phase allant de l'idée à l'exploitation d'un réseau d'approvisionnement en chauffage à distance / froid à distance, toute une série de champs d'action doit être prise en compte. Parallèlement à l'aspect technique et aux questions de coûts, d'autres champs d'action contribuant à la réussite d'un projet sont importants, notamment la détermination d'autres sources d'énergie dans l'environnement, la délimitation appropriée de la zone de clients potentielle, le marketing et les mesures de relations publiques, le dialogue avec les clients, les questions tarifaires, les documents contractuels destinés aux clients, la responsabilité du projet, le financement, la comparaison avec les prix du marché, etc. Il n'est pas difficile de se rendre compte qu'un approvisionnement en chauffage à distance / froid à distance n'est pas seulement une tâche technique.

Délimitations et synergies par rapport à d'autres ouvrages

La conception coordonnée avec le guide de tous les ouvrages suivants constitue un objectif et revêt un intérêt particulier:

<p><i>Guide de planification (Energie Suisse, OFEN)</i></p>	<p><i>Compilation de connaissances fondamentales sur le chauffage à distance, les bases, la conception, le dimensionnement, la structure du réseau et le calcul de la rentabilité.</i></p> <p><i>Prise en compte de la production (centrale thermique) via la distribution (réseau) jusqu'au transfert chez le consommateur (transfert de chaleur spécifique au consommateur).</i></p>
<p><i>Ensemble de règles (SSIGE, OFEN)</i></p>	<p><i>Ensemble de règles et directives relatives à l'exécution pour des catégories et normes spécifiques aux installations de chauffage à distance et de froid à distance. Les mécanismes réglementaires de l'OSEP et de l'IFP disponibles pour des catégories d'installations spécifiques sont contraignants.</i></p>
<p><i>Catalogue des articles normalisés (CAN, ASCAD)</i></p>	<p><i>Catalogue d'articles normalisés (CAN) adapté à la branche pour les travaux de génie civil et la construction de conduites de réseaux de chauffage à distance jusqu'au transfert de chaleur.</i></p>
<p><i>Projet «Mise en réseau thermique» (OFEN, HES-LU)</i></p>	<p><i>Intégration de l'injection d'énergie décentralisée dans des réseaux, utilisation de sources de chaleur basse température, utilisation de réseaux en mode bidirectionnel pour la chaleur et le froid. Créations de bases, complément apporté au guide de planification, intégration d'exemples types.</i></p> <p><i>Modules de formation continue et de perfectionnement et plateforme d'information (Infoline) destinée aux personnes intéressées et aux acteurs.</i></p>

Les explications de termes, les index, les renvois à d'autres ouvrages sur le chauffage à distance / froid à distance (normes, directives, ensemble de règles, catalogue des articles normalisés, fiches techniques, etc.) sont mentionnés aussi bien dans le manuel, les directives que dans le guide, afin que les documents puissent être utilisés en toute indépendance.

1.4 Références normatives

Les réglementations doivent être respectées de la planification jusqu'à l'exploitation, en passant par la conception et la réalisation des projets. Nous avons renoncé à réunir les références normatives dans le manuel.

Elles sont mentionnées en détail dans les directives de la SSIGE:

- *Lois et ordonnances*
- *Normes*
- *Directives*
- *Fiches techniques*

1.5 Qu'est-ce que le chauffage à distance?

Le chauffage à distance désigne une fourniture de chaleur visant à approvisionner des bâtiments en chauffage et en eau chaude. L'énergie thermique est transportée dans un système de conduites isolé thermiquement au sein d'un circuit fermé, le plus souvent enterré. Des conduites aériennes sont parfois également utilisées (zone industrielle, tunnels de conduites, ponts).

Définitions du chauffage à distance, du froid à distance et du chauffage de proximité

De manière analogue au chauffage à distance, le froid à distance permet d'approvisionner des secteurs ou des groupes de bâtiments en eau à basse température dans un circuit fermé. Ce dernier émet du froid chez le client final pour la climatisation des locaux.

Par chauffage à distance, on entend le raccordement de vastes zones. Lorsque certains bâtiments, corps de bâtiments ou petits ensembles d'habitations sont raccordés localement avec une production de chaleur propre, on parle de chauffage de proximité.

Dans tous les cas, le chauffage à distance / froid à distance est la désignation qui convient du point de vue technique et juridique.

Chauffage de proximité et à distance: une technique simple et éprouvée

1.6 Fonctionnement du chauffage de proximité et à distance

Comme l'exemple l'illustre ci-dessous (Figure 1-1), un quartier ayant une structure client variée est approvisionné par la centrale de chauffage (1). Un établissement scolaire (2) avec des immeubles d'habitation voisins est souvent à l'origine d'un projet. Les principaux clients sont des immeubles d'habitation et commerciaux (3). Sur l'image, la conduite d'amenée est représentée en rouge (eau plus chaude), tandis que la conduite de retour est représentée en bleu (eau refroidie par l'extraction de la chaleur). La quantité de chaleur vendue (kWh) résulte de la quantité d'eau et de la différence de température entre la conduite d'amenée et la conduite de retour.



Figure 1-1 Schéma de fonctionnement du chauffage à distance

1.7 Termes

Les principaux termes utilisés dans les différents chapitres sont expliqués dans les pages qui suivent. Si nécessaire, les synonymes usuels utilisés en langue française sont mentionnés. Seuls les termes qui sont mentionnés dans la colonne «Termes» sont utilisés dans le présent document.

Glossaire

Terme	Signification
<i>Accumulateur de chaleur</i>	<p><i>L'accumulateur de chaleur d'un réseau de chauffage à distance est souvent un réservoir non pressurisé rempli d'eau.</i></p> <p><i>Il permet de compenser les besoins en chaleur du réseau de chauffage à distance en couvrant les pics de consommation. Il emmagasine ensuite à nouveau la chaleur durant les heures creuses. Cela permet un dimensionnement plus petit et un fonctionnement optimisé de l'installation de production de chaleur.</i></p> <p><i>La taille du réservoir dépend de la taille de l'installation de production de chaleur et de sa tâche d'accumulation. La capacité peut aller de quelques mètres cubes à plusieurs milliers de mètres cubes.</i></p>
<i>Besoins annuels en chaleur</i>	<p><i>Les besoins annuels en chaleur d'un consommateur correspondent aux besoins annuels d'énergie au point du transfert de chaleur.</i></p> <p><i>Dans le cadre d'un réseau de chauffage à distance, il s'agit des besoins annuels en chaleur au point de jonction entre la production de chaleur et la distribution de chaleur.</i></p>
<i>Biomasse</i>	<p><i>La biomasse regroupe toutes les substances végétales et animales. Dans le domaine des technologies énergétiques, toutes les substances biogènes peuvent en principe être utilisées comme source d'énergie.</i></p> <p><i>Dans le cadre du chauffage à distance, on utilise essentiellement le bois et les déchets compostables.</i></p>
<i>Caractéristique de charge</i>	<p><i>Représentation de la demande en puissance thermique en fonction de la moyenne journalière de la température extérieure.</i></p>
<i>Centrale de chauffage à distance</i>	<p><i>On entend par centrale de chauffage à distance une centrale thermique alimentant un réseau de chauffage à distance.</i></p>
<i>Centrale de cogénération</i>	<p><i>Centrale énergétique produisant à la fois de la chaleur et de l'électricité. Voir également Couplage chaleur-force.</i></p>
<i>Centrale thermique, centrale de chauffage à distance</i>	<p><i>Centrale énergétique destinée à la production de chaleur.</i></p>

Terme	Signification
<i>Chaleur ambiante, environnante</i>	<p>La chaleur environnante ou la chaleur ambiante est une énergie renouvelable, naturelle et disponible partout, qui a une température assez faible.</p> <p>Les sources de la chaleur ambiante sont l'air, la surface du sol, les nappes souterraines, les eaux lacustres et fluviales.</p> <p>Avec les pompes à chaleur, on peut élever le niveau de température de la chaleur ambiante et récupérer cette énergie. Cela suppose un apport d'énergie de haute qualité, en général sous forme d'électricité provenant d'une autre source.</p>
<i>Charge de base</i>	<p>En utilisant deux sources de chaleur, la puissance thermique demandée est répartie en une charge de base et une charge de pointe.</p> <p>La source de chaleur pour charge de base présente donc un nombre d'heures d'utilisation à plein rendement élevé, et la chaudière pour charge de pointe un nombre plus réduit.</p>
<i>Chauffage à distance, «chauffage de proximité»</i>	<p>"Le chauffage à distance, c'est l'approvisionnement en chaleur des abonnés, via des conduites et au moyen d'eau ou de vapeur, cette chaleur étant générée par une centrale.</p> <p>Les réseaux de chauffage à distance couvrent une large plage de puissance de raccordement: de moins de 100 kW à plus de 1 GW.</p> <p>La Statistique globale de l'énergie de la Confédération suppose également que le réseau de transport principal et de distribution sollicite des terres publiques et que la chaleur soit revendue à des tiers.</p> <p>Les grands réseaux de chauffage d'une entité juridique (comme un grand lotissement) sont techniquement identiques à un réseau de chauffage à distance, mais ne sont pas considérés comme du chauffage à distance. Pour les petits réseaux, on parle parfois aussi de chauffage de proximité. En Allemagne, ce terme fait référence au transfert de chaleur entre bâtiments d'une puissance comprise entre 50 kW et plusieurs mégawatts pour le chauffage et l'eau chaude.</p> <p>Le label Minergie® utilise également le chauffage de proximité lorsque les installations de production de chaleur approvisionnent des bâtiments ou des ensembles de bâtiments sans pour autant qu'une revente à un tiers ne soit nécessaire.</p> <p>Étant donné que la démarcation entre chauffage à distance et chauffage de proximité est relativement floue, le présent guide n'emploie que le terme de chauffage à distance."</p>
<i>Chauffage central</i>	<p>Un chauffage central permet d'approvisionner un bâtiment en chaleur par un producteur de chaleur central.</p>

Terme	Signification
<i>Chauffage de proximité</i>	<i>Voir Chauffage à distance.</i>
<i>Chauffage urbain</i>	<i>Dans le cas où le producteur de chaleur d'un réseau de chaleur à distance est un chauffage, celui-ci est aussi désigné comme chauffage urbain.</i>
<i>Chaufferie</i>	<i>La chaufferie fait le lien entre la station de transfert et l'installation domestique. Elle sert à ajuster les caractéristiques de la chaleur fournie à l'installation domestique en matière de pression, de température et de volume. Lors de la conception, on distingue deux types de chaufferies: celles à raccordement direct et celles à raccordement indirect.</i>
<i>Circuit primaire</i>	<i>Le circuit primaire désigne la partie du système située entre la production de chaleur et l'échangeur de chaleur du consommateur, dans laquelle circule le fluide caloporteur destiné au chauffage à distance.</i>
<i>Circuit secondaire</i>	<i>Le circuit secondaire désigne la partie du système dans laquelle circule le fluide caloporteur de l'installation domestique.</i>
<i>Classes d'isolation</i>	<i>L'épaisseur d'isolation représente la classe d'isolation thermique autour du tube médian. Il existe trois classes d'isolation pour les tubes pré-isolés en plastique (KMR), la classe 1 étant la moins performante et la classe 3 la plus performante. Il existe deux classes d'isolation pour les tubes médians en métal (MMR) et en plastique (PMR), appelées version standard et version renforcée.</i>
<i>Coefficient de performance (COP)</i>	<i>Le coefficient de performance désigne le rapport entre chaleur produite par une pompe à chaleur sur une période d'observation prolongée et énergie électrique fournie sur cette période d'observation. Voir également Facteur de performance et Coefficient de performance annuel.</i>
<i>Coefficient de performance annuel (COP annuel)</i>	<i>Le coefficient de performance annuel désigne le rapport entre production de chaleur annuelle et électricité fournie en un an par une pompe à chaleur. Voir également Facteur de performance et Coefficient de performance.</i>
<i>Conduite</i>	<i>Par conduite on définit un réseau de tuyauterie, comprenant en principe un tube aller "fluide chaud" et un tube retour "fluide moins chaud".</i>

Terme	Signification
<i>Conduite de base</i>	<i>Conduite reliant la centrale thermique aux conduites de dérivation du réseau de distribution de chaleur, ne comportant généralement aucun raccordement aux habitations.</i> <i>Autres termes équivalents: conduite de base ou conduite de transport, lorsque la centrale thermique est relativement éloignée de la zone d'approvisionnement.</i>
<i>Conduite de dérivation</i>	<i>Les conduites de dérivation ou de distribution sont des sorties des conduites de base desservant les différents groupes de consommateurs.</i>
<i>Conduite de distribution</i>	<i>Voir Conduite de dérivation.</i>
<i>Conduite de raccordement aux habitations</i>	<i>Conduite raccordant le réseau de distribution de chaleur à la station de transfert.</i>
<i>Conduite principale</i>	<i>Voir Conduite de base.</i>
<i>Conduite sous-sol</i>	<i>La conduite sous-sol relie la conduite de raccordement aux habitations à la station de transfert.</i>
<i>Conduites de service industrielles</i>	<i>Cette notion désigne les canalisations publiques, les conduites d'eau, d'eaux usées et électriques d'une commune, d'une ville ou d'une entreprise.</i>
<i>Consommateur</i>	<i>Voir Consommateur de chaleur.</i>
<i>Consommateur clé</i>	<i>Un consommateur clé est un client (ou client potentiel en phase de planification) dont la consommation de chaleur dans une zone à évaluer est importante.</i>
<i>Consommateur de chaleur, client</i>	<i>S'approvisionne en chaleur auprès d'un fournisseur de chaleur et paie la chaleur conformément aux conditions convenues contractuellement.</i>
<i>Contracteur</i>	<i>Dans le présent guide, le contracteur désigne une société de services énergétiques. Il s'agit dans la plupart des cas d'un département ou d'une filiale d'un fournisseur d'énergie.</i>
<i>Contracting</i>	<i>Le contracting désigne une forme de coopération instituée par le biais d'un contrat entre un client de contracting et un contracteur (entreprise de services).</i> <i>Dans la forme d'application du contracting d'installations, d'énergie ou de chaleur, le terme renvoie également à la mise à disposition ou la fourniture de chaleur, froid, électricité, vapeur, air comprimé, etc. et à l'exploitation d'installations associées.</i> <i>La planification et la construction des installations sont généralement incluses dans le contrat de contracting.</i>

Terme	Signification
<i>Contrat de fourniture de chaleur</i>	<p>Le contrat de fourniture de chaleur règle les relations entre le fournisseur de chaleur et le consommateur de chaleur.</p> <p>Généralement, le contrat de fourniture de chaleur contient en plus les éléments suivants: conditions générales (CG), prescriptions techniques de raccordement (PTR) et fiche des tarifs.</p>
<i>Couplage chaleur-force (CCF)</i>	<p>Une installation de couplage chaleur-force (CCF) fonctionne au moyen d'une machine thermique telle qu'un moteur à combustion ou une turbine à vapeur pour produire de la force, qui sert le plus souvent à produire de l'électricité, et avec une utilisation simultanée des rejets de chaleur du processus thermique, de la chaleur utile.</p> <p>Les centrales de cogénération désignent des installations de couplage chaleur-force (CCF) à moteurs ou petites turbines à gaz, alors que les centrales thermiques désignent des centrales exploitant les rejets de chaleur.</p>
<i>Courbe annuelle de la température extérieure</i>	<p>La courbe annuelle de la température extérieure est une représentation graphique de la fréquence cumulée de la température extérieure en nombre de jours ou d'heures par an pour une station de mesures donnée.</p> <p>Elle correspond ainsi à une courbe de fréquence cumulée de la température extérieure.</p>
<i>Courbe annuelle des appels de puissance thermique</i>	<p>La courbe annuelle de la demande en puissance thermique s'obtient à l'aide de la caractéristique de charge et de la courbe annuelle de la température extérieure.</p> <p>Il s'agit d'une courbe de fréquence cumulée qui représente la demande en puissance thermique en fonction du nombre de jours ou d'heures par an.</p>
<i>Couverture de la charge de base</i>	<p>Unité de production de chaleur nécessaire pour couvrir la charge de base.</p>
<i>Couverture de la charge de pointe</i>	<p>Unité de production de chaleur nécessaire pour couvrir la charge de pointe. Celle-ci devrait présenter une large plage de réglage et pouvoir être rapidement en exploitation ou en arrêt.</p> <p>En redondance complémentaire, la ou les chaudières de charge de pointe sont souvent de grandes dimensions, afin de pouvoir prendre le relais en cas de panne d'une ou de plusieurs chaudières de charge de base.</p>
<i>Demande en chaleur, besoin thermique</i>	<p>Les besoins humains en chauffage des locaux / eau chaude sanitaire et processus industriels constituent la base de la demande et des besoins en chaleur.</p>
<i>Densité de consommation thermique</i>	<p>La densité de consommation thermique est la consommation annuelle de tous les bâtiments d'une zone d'approvisionnement en rapport avec la superficie.</p>

Terme	Signification
<i>Densité de puissance thermique</i>	<i>Puissance maximale relative à une zone. Dans le cadre du chauffage à distance, connaître la densité de puissance thermique présente un intérêt.</i>
<i>Densité de raccordement</i>	<i>La densité de raccordement correspond à la chaleur fournie aux consommateurs par an et par mètre de tracé. Elle sert de valeur caractéristique à l'évaluation de la densité d'énergie de la distribution de chaleur et influe sur l'efficacité énergétique et la rentabilité du réseau. La densité de raccordement peut être calculée pour l'ensemble du réseau comme pour des lignes partielles.</i>
<i>Densité des besoins thermiques</i>	<i>La densité des besoins thermiques représente les besoins thermiques annuels de tous les bâtiments d'une zone d'approvisionnement en rapport avec la superficie.</i>
<i>Diamètre nominal (DN)</i>	<i>Donnée relative au diamètre de référence qui définit les dimensions et la compatibilité des composants. Le diamètre nominal fait partie de la désignation du composant et n'est pas identique à la valeur numérique en millimètres.</i>
<i>Différence de température</i>	<i>Différence entre la température d'amenée et de retour. Dans le cadre d'un réseau de chauffage à distance, c'est la différence de température du côté primaire qui présente un intérêt.</i>
<i>Eau chaude</i>	<i>"Le terme d'eau chaude est utilisé de manière différente dans la technique du bâtiment et la technique du chauffage à distance. Dans la technique du chauffage à distance, l'eau chaude désigne l'eau de circulation du réseau de chauffage à distance, lorsque la température est inférieure à 110°C, alors que l'on désigne l'eau de circulation supérieure à 110°C comme eau surchauffée. L'eau chaude du réseau de chauffage à distance ne doit pas présenter les qualités de l'eau potable et ne doit donc pas être confondue avec l'eau chaude du domaine de la technique du bâtiment. Dans la technique du bâtiment, le terme «eau chaude» est utilisé pour de l'eau potable chauffée qui selon les besoins est chauffée ou stockée dans des réservoirs d'eau chaude à environ 60°C. Pour distinguer l'eau potable chauffée de l'eau de circulation du réseau de chauffage à distance, on désignera dans le présent guide comme eau chaude sanitaire (ECS) celle qui est traitée et fournie via un système de production d'eau chaude sanitaire (PECS)."</i>
<i>Eau chaude sanitaire</i>	<i>Voir Eau chaude.</i>

Terme	Signification
<i>Eau froide</i>	<i>Eau froide potable dont la température n'a pas pour vocation à être augmentée.</i>
<i>Eau potable</i>	<i>Selon la législation suisse sur les denrées alimentaires, l'eau potable est définie comme eau, soit en l'état, soit après traitement, destinée à la boisson, à la cuisson, à la préparation de denrées alimentaires ou au nettoyage d'objets usuels, qui entre en contact avec les denrées alimentaires. L'eau potable est aussi utilisée pour les soins corporels et l'hygiène (eau des douches et bains).</i>
<i>Eau surchauffée</i>	<i>Le terme eau surchauffée, dans le domaine du chauffage à distance, désigne l'eau de circulation du réseau de chauffage à distance lorsque celle-ci présente une température supérieure à 110 °C.</i>
<i>Eaux industrielles</i>	<i>Eaux destinées à un usage industriel ou domestique qui n'ont pas besoin d'être potables.</i>
<i>Échangeur de chaleur</i>	<i>Appareil qui permet de transférer l'énergie thermique d'un fluide chaud vers un autre plus froid.</i>
<i>Energie = énergie utile</i>	<i>L'énergie utile fait partie de l'énergie finale qui est fournie au consommateur après déduction des pertes de conversion et de distribution au sein d'une installation ou d'un bâtiment pour l'utilisation proprement dite, p. ex. chaleur pour le chauffage, éclairage.</i>
<i>Energie en ruban</i>	<i>L'énergie en ruban correspond à la puissance requise sur une année, à savoir 8760 heures par an. L'énergie en ruban d'un réseau de chauffage à distance désigne les consommations indépendantes saisonnières plus les pertes de puissance en exploitation «énergie en ruban».</i>
<i>Energie finale</i>	<i>Fait partie de l'énergie primaire, qui est fournie au consommateur après déduction des pertes de conversion et de transport, p. ex. sous forme de mazout, granulés de bois ou d'électricité.</i>
<i>Energie géothermique</i>	<i>Le flux énergétique venant des profondeurs de la terre jusqu'à la surface terrestre se nourrit principalement de la dissipation thermique du noyau terrestre chaud et liquide, ainsi que de la chaleur provenant de la désintégration d'isotopes radioactifs contenus dans la croûte terrestre.</i>
<i>Expansion et maintien de la pression</i>	<i>Sous-système du système hydraulique (production et distribution de chaleur) qui absorbe les variations de volume d'eau chaude dont la température est comprise entre la minimale et la maximale et qui garantit ainsi une pression largement constante (maintien de la pression).</i>

Terme	Signification
<i>Exploitation permanente</i>	<i>Mise à disposition et approvisionnement de chaleur aux consommateurs tout au long de l'année.</i>
<i>Exploitation saisonnière</i>	<i>Mise à disposition saisonnière et approvisionnement en chaleur des consommateurs principalement pendant la saison hivernale et la mi-saison.</i>
<i>Facteur de performance (COP)</i>	<i>Le facteur de performance d'une pompe à chaleur correspond au rapport entre puissance thermique produite et puissance électrique fournie. Il désigne une valeur à un instant T ou une valeur définie sur une courte période d'observation.</i>
<i>Fiche des tarifs</i>	<i>La fiche des tarifs fait partie intégrante du contrat de fourniture de chaleur et fixe les conditions financières / économiques de la fourniture de chaleur.</i>
<i>Fluide caloporteur</i>	<i>Fluide utilisé pour transporter la chaleur dans le réseau de distribution de chaleur (eau, vapeur ou huile thermique).</i>
<i>Fournisseur de chaleur</i>	<i>Approvisionne le consommateur de chaleur selon le contrat de fourniture de chaleur.</i>
<i>Géothermie hydrothermale</i>	<i>La géothermie hydrothermale désigne l'utilisation du potentiel énergétique des eaux profondes (aquifères). Selon la composition géologique, des aquifères sont disponibles à des profondeurs et des températures différentes, mais la plupart du temps dans un rayon très limité localement. La composition chimique des aquifères nécessite en règle générale un deuxième forage pour réinjecter les eaux profondes, ce qui contribue à préserver le bilan massique dans le sous-sol.</i>
<i>Géothermie pétrothermale</i>	<i>Contrairement à la géothermie hydrothermale, l'exploitation pétrothermale ne requiert pas d'eau des profondeurs (aquifère). La température souhaitée augmente différemment selon la profondeur du forage et le gradient thermique. Pour exploiter la géothermie pétrothermale, la roche doit présenter des fissures, à travers lesquelles de l'eau est injectée sous pression, puis extraite à la surface de la terre après un réchauffement suffisant.</i>
<i>Graphique de pression, graphique de répartition de pression</i>	<i>Représentation de la distribution de pression au sein du réseau en fonction de la distance depuis l'alimentation en chaleur.</i>

Terme	Signification
<i>Hausse de température</i>	<p>Pour utiliser des sources d'énergie à basse température pour le chauffage des locaux, la température de ces sources d'énergie doit être augmentée, ce qui est souvent effectué avec des pompes à chaleur.</p> <p>La hausse de température désigne la différence de température entre le niveau d'utilisation et le niveau de la source.</p>
<i>Heures annuelles d'exploitation</i>	<p>Nombre d'heures effectives par an au cours desquelles l'installation fonctionne.</p> <p>Les heures annuelles d'exploitation ne correspondent pas aux heures d'exploitation à pleine puissance: une heure d'exploitation à une puissance de 50% reste considérée comme une heure d'exploitation.</p>
<i>Heures de marche à pleine charge et nombre d'heures de marche à pleine charge</i>	<p>Le nombre d'heures de marche à pleine charge est la consommation énergétique annuelle divisée par la puissance thermique nominale.</p> <p>C'est un indicateur important pour le dimensionnement de l'installation d'un consommateur individuel ou du système global.</p> <p>Une heure de marche à pleine charge correspond par exemple à une heure de marche avec charge nominale ou deux heures de marche avec 50% de charge et vaut ce qui suit: nombre d'heures de marche à pleine charge \leq nombre d'heures de marche annuelles.</p>
<i>Installation de production de chaleur</i>	<p>Un producteur de chaleur transforme de l'énergie entrante (ex. énergie chimique combustible, ...) en chaleur utile et transmet cette dernière à un fluide caloporteur.</p>
<i>Installation domestique</i>	<p>L'installation domestique consiste en un système de répartition dans le bâtiment pour répartir l'eau chaude sanitaire ainsi que la chaleur ambiante et la chaleur générée par les processus.</p>
<i>Installation finale</i>	<p>L'installation finale du réseau de chauffage à distance prévue dans le cadre de la conception et des calculs.</p>
<i>Local technique de raccordement aux habitations</i>	<p>Le local technique de raccordement aux habitations comprend la sous-station et l'organe d'arrêt principal.</p>
<i>Logistique, logistique du bois</i>	<p>Chaîne de valeur située en amont de l'utilisation des combustibles, p. ex. récolte, déchetage et transport de copeaux de bois jusque dans le silo à combustibles.</p>
<i>Longueur du tracé</i>	<p>Longueur du tracé des conduites du raccordement principal, raccordement secondaire et raccordement domestique.</p> <p>Avec une conduite par amenée et retour, la longueur de la conduite correspond au double de la longueur du tracé.</p>

Terme	Signification
LS	<i>Lisière supérieure</i>
<i>Marché de la chaleur</i>	<p><i>Les besoins en chaleur (demande de chaleur) sont couverts par l'offre de chaleur.</i></p> <p><i>Le marché de la chaleur désigne ce circuit économique. Le prix de la chaleur est déterminé par le marché de la chaleur, à savoir l'offre et la demande de chaleur.</i></p>
<i>Mise en place de conduites sans tranchée</i>	<i>La mise en place sans tranchée consiste à faire pénétrer, insérer, presser ou enfoncer les conduites pour les enterrer dans une cavité creusée dans la terre.</i>
<i>Modèle à tube double</i>	<i>Conduite d'amenée et de retour avec isolation thermique en mousse polyuréthane PUR dans tube plastique protecteur. Il existe des modèles rigides et flexibles, disponibles avec tube médian en acier ou plastique.</i>
<i>Performances du réseau, performances maximales du réseau, performances instantanées du réseau</i>	<p><i>Les performances maximales du réseau désignent la puissance thermique devant être couverte par le réseau de chauffage à distance à son entrée.</i></p> <p><i>Elles correspondent à la demande en puissance thermique de l'ensemble des consommateurs multipliée par le facteur de simultanéité plus les pertes liées à la distribution de chaleur.</i></p> <p><i>Les performances instantanées du réseau désignent, dans le cas d'un fonctionnement régulier, la demande en puissance thermique instantanée de l'ensemble des consommateurs; elles peuvent toutefois être limitées (en cas de défaillance par exemple) par les performances de production de chaleur instantanées.</i></p>
<i>Plan directeur de l'énergie (plan directeur)</i>	<p><i>Le plan directeur de l'énergie résulte de la planification directrice de l'énergie. Il représente à la fois un instrument d'orientation et un outil de coordination et détermine l'orientation future de la planification et de la collaboration et fixe les mesures nécessaires.</i></p> <p><i>Les communes et les villes qui doivent élaborer un plan directeur de l'énergie sont déterminées par le canton. La planification directrice a force obligatoire pour les autorités.</i></p> <p><i>Des zones clairement définies p. ex. d'un réseau d'approvisionnement en chauffage à distance (nouveau ou existant) peuvent ainsi être affectées au plan directeur de l'énergie.</i></p>
<i>Point le plus défavorisé du réseau, point le plus défavorisé</i>	<p><i>Endroit sur le réseau présentant la plus faible pression différentielle entre amenée et retour.</i></p> <p><i>Cet endroit peut se déplacer sur le réseau en fonction de la demande en chaleur momentanée.</i></p> <p><i>Le point le plus défavorisé du réseau sert de référence à la conception d'une unité de pompe principale.</i></p>

Terme	Signification
<i>Pose en pleine terre</i>	<i>Pose en pleine terre de conduites de chauffage à distance dans un caniveau, un fossé ou sans tranchée.</i>
<i>Prescriptions techniques de raccordement (PTR)</i>	<p><i>Les prescriptions techniques de raccordement (ou conditions techniques de raccordement) règlent idéalement toutes les conditions techniques pertinentes de raccordement telles que la pression, la température, le matériel, l'équipement de mesure, la facturation, etc.</i></p> <p><i>Celles-ci s'appliquent à la planification, au raccordement et à l'exploitation du réseau de chauffage à distance.</i></p> <p><i>Les prescriptions techniques de raccordement (PTR) font partie intégrante du contrat de fourniture de chaleur.</i></p>
<i>Pression différentielle du réseau, pression différentielle</i>	<i>La pression différentielle du réseau désigne l'écart de pression constaté sur l'ensemble du réseau de chauffage à distance entre les pressions d'amenée et de retour.</i>
<i>Pression du réseau</i>	<i>On entend par pression du réseau la pression qui s'exerce dans les conduites de chauffage à distance.</i>
<i>Pression maximale</i>	<i>Pression ne pouvant être dépassée à aucun moment et en aucun point du réseau.</i>
<i>Pression minimale</i>	<i>À aucun moment et en aucun point du réseau, la pression ne peut être inférieure à celle-ci.</i>
<i>Pression nominale PN</i>	<p><i>La pression nominale sert de valeur de référence au système de conduites.</i></p> <p><i>Selon les normes DIN, EN, ISO, la pression nominale est désignée par les lettres PN suivies d'un nombre indiquant la pression nominale en bar à température ambiante (20°C).</i></p>
<i>Profil géodésique du réseau, courbe d'altitude</i>	<i>Le profil géodésique du réseau désigne le tracé de l'altitude du réseau en mètres au-dessus de la mer.</i>
<i>Puissance de pointe</i>	<i>Puissance maximale requise à une température extérieure servant de référence lors de la conception.</i>
<i>Puissance de raccordement</i>	<p><i>La puissance de raccordement d'un réseau de chauffage à distance correspond à la somme des puissances de raccordement de tous les consommateurs de chaleur en tenant compte de la simultanéité, c'est-à-dire au produit de la somme des puissances de raccordement convenues de tous les consommateurs de chaleur et du facteur de simultanéité.</i></p> <p><i>Voir également Simultanéité et Facteur de simultanéité.</i></p>
<i>Puissance de raccordement convenue</i>	<i>Puissance de consommation de chaleur maximale prévue par le contrat pour un consommateur raccordé à un réseau de chauffage à distance.</i>

Terme	Signification
<i>Puissance thermique nominale</i>	<i>Puissance continue maximale pour laquelle une installation a été conçue conformément aux instructions du fabricant, sans limites de temps.</i>
<i>Redondance</i>	<i>Mise à disposition d'une unité fonctionnelle supplémentaire qui ne s'avère pas nécessaire en fonctionnement normal. Elle permet d'augmenter la sécurité de fonctionnement lorsqu'il y a des pannes.</i>
<i>Rejets de chaleur, chaleur fatale</i>	<i>Rejets de chaleur inévitables des installations de transformation d'énergie, ou entraînés par des processus chimiques. Les rejets de chaleur générés au cours d'un processus peuvent être transmis à d'autres processus. Le potentiel exploitable correspond à la quantité de chaleur générée sur l'année ainsi qu'au niveau de température des rejets de chaleur. Les sources de rejets de chaleur sont directement utilisables pour le chauffage à distance si leur température est supérieure à 70°C et si leur nombre d'heures de marché à pleine charge est élevé.</i>
<i>Relevé de situation</i>	<i>Le relevé de situation comprend une analyse de la situation actuelle avec enregistrement des besoins en chaleur et en puissance thermique pour le chauffage des locaux, l'eau chaude et la chaleur industrielle, une analyse de la situation architecturale pour la mise en place du tracé et une analyse de la zone potentielle d'approvisionnement en chaleur.</i>
<i>Rendement</i>	<i>Le rendement d'une installation technique désigne le rapport entre l'énergie utile et l'énergie fournie. Dans des conditions stationnaires sans effet de stockage, le taux d'efficacité peut aussi être déterminé comme le rapport entre la puissance utile et la puissance fournie. Dans le présent guide, la notion de taux d'efficacité est utilisée pour une valeur déterminée à un instant T ou une valeur déterminée sur une courte période d'évaluation. Pour l'évaluation de la marche de l'installation sur une période d'observation plus longue, le taux d'utilisation de l'installation représente le rapport entre la puissance utile cumulée au cours de la période d'observation et la puissance fournie cumulée au cours de la période d'observation (voir aussi Taux d'utilisation).</i>

Terme	Signification
<i>Rendement de chaudière</i>	<p>Energie utile produite par une chaudière côté eau divisée par l'énergie fournie par le pouvoir calorifique du combustible.</p> <p>La détermination s'effectue dans des conditions stationnaires sans effet de stockage (p. ex. avec foyers automatiques) ou par l'intermédiaire d'un procédé de combustion (p. ex. avec foyers manuels).</p>
<i>Réseau à structure radiale</i>	<p>Un réseau à structure radiale est une forme de réseau, dans laquelle les conduites partent de l'installation de production de chaleur de manière radiale.</p>
<i>Réseau de chauffage à distance</i>	<p>Un réseau de chauffage à distance est une installation de conduites comportant tous les équipements complémentaires nécessaires à l'approvisionnement en chaleur des consommateurs.</p> <p>Le transfert de chaleur peut se faire à l'aide d'eau ou de vapeur. Le fluide caloporteur circule de la source de chaleur vers le consommateur, pour retourner ensuite vers la source de chaleur, en circuit fermé. Ce circuit fermé constitue le réseau de chauffage à distance.</p>
<i>Réseau en boucle</i>	<p>Dans le cas d'un réseau en boucle, une ou plusieurs conduites sont raccordées à une conduite en anneau, qui permet d'améliorer la sécurité de l'approvisionnement.</p>
<i>Réseau maillé</i>	<p>Un réseau maillé est un réseau dont les lignes ou les circuits sont reliés entre eux par plusieurs points.</p>
<i>Réseau thermique</i>	<p>Lorsque plusieurs bâtiments s'approvisionnent en chaleur à partir d'une installation de production de chaleur commune (centrale thermique), on parle de réseau thermique.</p>
<i>Séparation du réseau</i>	<p>La séparation du réseau désigne sa séparation en deux réseaux hydrauliques à l'aide par exemple d'un échangeur de chaleur ou d'un séparateur hydraulique.</p> <p>Les séparations du réseau entraînent des pertes énergétiques supplémentaires, tant sur le plan de la chaleur que de celui de la vitesse de circulation.</p>
<i>Simultanéité et facteur de simultanéité</i>	<p>La simultanéité décrit le fait que, au sein d'un groupement de consommateurs de chaleur, ces derniers n'obtiennent jamais tous en même temps la puissance thermique maximale.</p> <p>Le facteur de simultanéité est égal à 1 pour un consommateur de chaleur unique et est inférieur à 1 dans le cas de plusieurs consommateurs de chaleur. Il correspond au rapport entre puissance consommée maximale supposée de tous les consommateurs et puissance de raccordement convenue totale de l'ensemble des consommateurs.</p>

Terme	Signification
<i>Sources de chaleur (sources d'énergie)</i>	<p><i>A la différence des réserves énergétiques, les sources d'énergie fournissent des flux énergétiques pendant une période «infinie» (dans des dimensions humaines).</i></p> <p><i>Dans le présent guide, nous entendons surtout par source de chaleur le potentiel énergétique exploitable de la nappe phréatique, des lacs, des rivières, des eaux usées, du rayonnement solaire, de la géothermie et des rejets de chaleur.</i></p>
<i>Sous-station</i>	<p><i>La sous-station se compose de la station de transfert et de la chaufferie.</i></p>
<i>Station de transfert</i>	<p><i>La station de transfert fait le lien entre deux réseaux différents reliés entre eux et généralement séparés hydrauliquement (souvent réseau primaire et réseau secondaire).</i></p>
<i>Statique des conduites</i>	<p><i>Procédé de calcul utilisé dans le cadre de l'évaluation de la résistance des conduites ainsi que dans le cadre de la conception de conduites et de composants de canalisations.</i></p>
<i>Structure d'abonnés</i>	<p><i>La structure d'abonnés désigne une zone d'approvisionnement déterminée par des critères tels que la densité et la structure de construction, la densité de raccordement, les besoins, la simultanéité, etc.</i></p>
<i>Système d'information géographique (SIG)</i>	<p><i>Application de traitement de données destinée à l'enregistrement, la modification, l'organisation, l'analyse et la présentation de données spatiales.</i></p> <p><i>Dans le cadre de la planification des réseaux de chauffage à distance, un tracé s'établit en tenant compte de la situation géographique et des éventuels autres systèmes d'approvisionnement existants (eau, gaz, électricité, etc.).</i></p> <p><i>Le SIG peut également être utilisé pour estimer la demande énergétique et la demande de puissance à l'échelle locale.</i></p>

Terme	Signification
<i>Taux d'utilisation</i>	<p>"Le taux d'utilisation est le rapport entre énergie utile produite sur une période d'observation prolongée et énergie fournie sur cette période d'observation.</p> <p>Cela correspond au rapport entre puissance utile cumulée de la période d'observation (p. ex. la chaleur produite cumulée du compteur de chaleur) divisée par la puissance fournie cumulée de cette période d'observation (p. ex. pouvoir calorifique du combustible utilisé).</p> <p>Si la période observée s'étend sur un an, on parle de taux d'utilisation annuel.</p> <p>Si le rapport entre énergie utile et énergie fournie est déterminé pour une valeur instantanée ou sur une courte période d'observation, on parle de rendement (voir également rendement)."</p>
<i>Taux de raccordement</i>	<p>Le taux de raccordement désigne le rapport entre besoins en chaleur annuels des consommateurs raccordés sur une certaine zone et besoins en chaleur annuels de l'ensemble des consommateurs entrant en ligne de compte dans cette zone.</p> <p>Pour les zones dans lesquelles les niveaux de consommation sont similaires, il correspond également à la proportion (en nombre) de consommateurs de chaleur raccordés.</p>
<i>Technique de caniveau</i>	<p>Caniveaux en béton préfabriqués ou produits sur site, permettant de loger les conduites de chauffage à distance.</p>
<i>Technique de tranchées</i>	<p>Utiliser la technique de tranchées consiste à mettre en contact direct avec la terre les conduites de chauffage à distance dans des tranchées ouvertes. Il s'agit de la méthode de pose la plus fréquemment utilisée.</p>
<i>Température d'amenée primaire</i>	<p>Température du fluide caloporteur du système de chauffage à distance circulant dans le sens source de chaleur > consommateur.</p>
<i>Température d'amenée secondaire</i>	<p>"Température de l'eau chaude provenant de la station de transfert et acheminée vers les consommateurs de chaleur individuels.</p> <p>L'installation de chauffage posée chez le client est appelée secondaire, parce qu'elle implique généralement une séparation hydraulique du réseau de chauffage à distance."</p>
<i>Température de fonctionnement continu maximale</i>	<p>Température de fonctionnement maximale autorisée sans limites de temps.</p>
<i>Température de fonctionnement maximale autorisée</i>	<p>Température de fonctionnement maximale autorisée sur une courte période de temps.</p>

Terme	Signification
<i>Température de retour primaire</i>	<i>Température du fluide caloporteur du système de chauffage à distance circulant dans le sens consommateur > source de chaleur.</i>
<i>Température de retour secondaire</i>	<i>Température de l'eau chaude provenant des consommateurs de chaleur individuels du client et acheminée vers la station de transfert.</i>
<i>Température différentielle</i>	<i>La température différentielle est l'écart entre les températures de retour primaire et secondaire au niveau de l'échangeur de chaleur de la station de transfert. Il s'agit d'une mesure qualitative du transfert de chaleur, elle doit être la plus basse possible.</i>
<i>Températures du réseau</i>	<i>Les températures du réseau sont une donnée commune aux températures d'amenée et de retour du réseau, en degrés Celsius (80/50 p. ex.)</i>
<i>Tracé</i>	<i>Parcours d'un réseau de chauffage à distance.</i>
<i>Tube médian en métal (MMR)</i>	<i>Tube médian souple en acier avec isolation thermique en mousse polyuréthane PUR et gaine externe protectrice en plastique. Le tube médian en acier est généralement annelé.</i>
<i>Tube médian en plastique (PMR)</i>	<i>Tube médian souple en plastique avec isolation thermique en mousse polyuréthane PUR et gaine externe protectrice en plastique.</i>
<i>Tube pré-isolé avec enveloppe en acier (SMR)</i>	<i>Tube médian rigide en acier avec gaine protectrice en acier. L'isolation thermique est principalement assurée par le vide entre le tube médian et la gaine.</i>
<i>Tube pré-isolé en plastique (KMR)</i>	<i>Tube médian rigide en acier avec isolation thermique en mousse polyuréthane PUR et gaine externe protectrice en plastique.</i>
<i>Types de bâtiments</i>	<i>Catégorisation des bâtiments selon leur conception, leur utilisation, leur âge... Exemples de catégorisation: maison individuelle / immeuble, bâtiment ancien / neuf, zone résidentielle / industrielle, distance entre chaque bâtiment.</i>
<i>UVTED</i>	<i>Usine de Valorisation Thermique et Electrique des Déchets</i>

Terme	Signification
<i>Vitesse de développement</i>	<p><i>Les réseaux d'approvisionnement en chaleur de proximité et à distance se développent de la première année d'exploitation jusqu'à l'objectif de production visé grâce à l'acquisition de consommateurs de chaleur supplémentaires et la construction d'autres phases du projet (développement par étapes).</i></p> <p><i>La période entre la première année d'exploitation et l'objectif de production visé constitue l'échelle de la vitesse de développement.</i></p> <p><i>Plus cette durée est courte, plus la rentabilité du projet est élevée de manière générale.</i></p>
<i>Zone d'approvisionnement</i>	<p><i>Voir Zones.</i></p>
<i>Zones</i>	<p><i>Une zone potentielle d'approvisionnement en chaleur peut désigner une agglomération, un quartier, un secteur, un groupe de plusieurs grands consommateurs ou un grand consommateur unique.</i></p> <p><i>La répartition de chaque zone potentielle en différentes zones repose sur la densité de consommation de chaleur attendue des types de bâtiments, ou sur la situation géographique, telle que les routes, les lignes de chemin de fer, les cours d'eau, etc.</i></p> <p><i>Les zones individuelles peuvent simplement être considérées comme de grands consommateurs. La répartition d'une agglomération se fait à l'aide d'un plan et d'un cadastre énergétique, s'il en existe un.</i></p>

1.8 Sécurité au travail

La sécurité au travail relève toujours de la responsabilité du maître d'ouvrage et ne peut pas être déléguée.

La sécurité au travail et la protection de la santé doivent être garanties dans chaque situation. Pour ce faire, la «loi fédérale sur l'assurance-accidents» (LAA), l'«ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles» (OPA) et l'«ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction» (OTConst) servent de cadre législatif. La SUVA publie régulièrement des brochures et des directives sur la mise en œuvre de ces lois. Elles doivent être impérativement respectées et toutes les personnes concernées doivent être informées en conséquence. Il convient par ailleurs de suivre les directives de la police concernant les barrages et la signalisation de chantiers, afin de garantir la sécurité des personnes tierces.

Responsabilité du donneur d'ordre et du mandataire

Le donneur d'ordre assume la responsabilité globale de la sécurité au travail.

Le donneur d'ordre assume la responsabilité globale de la sécurité au travail et de la protection de la santé. L'employeur est tenu de prendre toutes les mesures nécessaires correspondant aux techniques les plus récentes afin d'empêcher les accidents et les maladies professionnels. Une mise en œuvre systématique des exigences et des procédures garantit l'identification des risques potentiels et l'exécution des mesures de sécurité. Cela permet d'obtenir une amélioration continue de la sécurité au travail et de la protection de la santé.

Collaboration avec des mandataires et des entreprises externes

La forme de la collaboration doit être déterminée avant le lancement du projet.

Le mandataire est tenu de s'assurer que les consignes de sécurité prescrites et les moyens de protection requis sont disponibles en nombre suffisant et dans un état impeccable et que le personnel connaît l'application des dispositions de sécurité. Les directives spécifiques à l'ouvrage valent pour les entreprises, les sous-traitants, l'étude de projet et la direction des travaux.

Le personnel auxiliaire et les travailleurs temporaires sont sur le même pied d'égalité que les mandataires en ce qui concerne la sécurité au travail. Par conséquent, lors de la passation de commande, l'attention des entreprises externes doit être attirée sur certains risques sur site, p. ex. dangers et obstacles dans le sol ou le domaine des transports.

1.9 Qualification du personnel

28

La qualification doit être définie dans tous les domaines, de la planification à l'exploitation, en passant par l'étude de projets et l'exécution.

Il convient d'avoir recours à du personnel qualifié pour tous les travaux liés aux réseaux de chauffage à distance. De la planification (ingénieurs dûment formés) à l'exploitation et la maintenance en passant par la construction (p. ex. soudeurs certifiés), seules des personnes formées aux tâches correspondantes et informées des mesures de sécurité spécifiques peuvent être engagées. Les entreprises sont tenues de prouver, sur demande, l'aptitude de leur personnel et, le cas échéant, de prouver la mise en place des processus d'assurance qualité correspondants.

2. Chauffage à distance / froid à distance - objectifs à long terme

Résumé

La stratégie énergétique 2050 de la Confédération porte sur l'énergie dans son ensemble. Mais le changement de cap énergétique réclamé est également une transition thermique compte tenu de la part considérable de l'énergie thermique (chaleur, froid). La contribution de l'ASCAD avec son «*Livre blanc du chauffage à distance*» montre pour la première fois comment cette stratégie peut être atteinte. A long terme, le chauffage à distance et de proximité basé sur des sources d'énergie renouvelables permettra de couvrir 38% de la demande en chaleur à l'échelle de la Suisse. Les outils de calcul utilisés prennent en compte des sources de chaleur appropriées et des clusters de demande voisins dans toute la Suisse. La formation de clusters est basée sur des coûts de chaleur concurrentiels, afin que les résultats soient réalistes.

Dans ce chapitre, le «*Livre blanc du chauffage à distance*» est représenté de manière très condensée.

2.1 Stratégie énergétique 2050 de la Confédération

Le Conseil fédéral et le Parlement ont pris en 2011 des décisions de grande portée dans les domaines de l'énergie et de l'environnement. D'une part, la loi sur le CO₂ impose une réduction des émissions de CO₂ de 20 % d'ici 2020 et de 50% d'ici 2030 par rapport à 1990. D'autre part, il a été décidé de sortir de l'énergie nucléaire à moyen terme. Outre la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique ambitieuses, l'approvisionnement énergétique suisse doit subir une profonde mutation, notamment axée sur l'extension massive de l'utilisation des énergies renouvelables. Dans le secteur du chauffage, l'utilisation renforcée d'énergies renouvelables implique de recourir à des réseaux de distribution de chauffage, sans lesquels il serait impossible de fournir l'énergie des sources de chaleur disponibles aux utilisateurs, notamment dans les zones à forte urbanisation. Citons à titre d'exemple l'utilisation de sources liées géographiquement (rejets thermiques issus des usines d'incinération des ordures ménagères (UVTED), des stations d'épuration des eaux usées (STEP) ou de l'industrie), ainsi que l'utilisation de la chaleur issue des nappes phréatiques ou des eaux de surface. Les installations nécessitant une production élevée de chaleur en raison de leur taille, telle que la géothermie ou les grandes installations de biomasse, en font également partie.

Les objectifs de la stratégie énergétique 2050 sont impossibles à mettre en œuvre sans un développement massif du chauffage de proximité et à distance / froid à distance.

2.2 Contribution du secteur du chauffage à distance

L'ASCAD souhaiterait mettre en parallèle les possibilités à long terme offertes par le chauffage à distance / froid à distance avec les directives de la stratégie énergétique 2050. Cette représentation ne se réduit pas à la postulation de mesures indifférenciées; au contraire, des distinctions géographiques sont établies et des chiffres approximatifs des besoins en chaleur démontrent de manière étayée dans quelles parties du territoire et avec quels clusters de zone il serait pertinent de construire un réseau d'approvisionnement en chauffage à distance. Pour ce faire, la situation géographique et le potentiel d'énergie et de puissance de sources de chaleur (rejets de chaleur, usines d'incinération des ordures ménagères, grandes installations de biomasse, installations de traitement des eaux usées, eaux souterraines et eaux de surface) sont pris en compte.

Concernant les objectifs formulés de manière générale dans la stratégie énergétique 2050 de la Confédération, l'ASCAD définit des mesures concrètes de mise en œuvre grâce au chauffage de proximité et à distance / froid à distance.

Le projet «*Analyse SIG et étude des potentiels – Phase 2*» (également appelé «*Livre blanc du chauffage à distance*») relie pour la première fois en Suisse des sources d'énergies et de rejets de chaleur renouvelables aux besoins thermiques de réseaux potentiels d'approvisionnement en chauffage à distance et de proximité, tout en tenant compte du potentiel et de la situation géographique. Les données ont été actualisées par rapport aux précédentes analyses de potentiel. Par ailleurs, les rejets de chaleur industriels et la chaleur environnante issue des lacs et des fleuves ont été pris en compte, ce qui constitue une nouveauté.

L'analyse a été réalisée sur la base de données statistiques et géoréférencées et de critères économiques et techniques connus.

Le premier objectif était de définir la part à long terme des besoins de la Suisse en chaleur pour le chauffage des locaux et l'eau chaude dans des régions devant être principalement approvisionnées au moyen de réseaux de chauffage à distance et de proximité en raison de la densité élevée de consommation de chaleur et où un approvisionnement avec des énergies renouvelables via des chauffages individuels n'est pas possible ou difficilement réalisable. L'horizon temporel de cette analyse est établi à 2050. Le deuxième objectif consistait à déterminer dans quelle mesure ces régions susceptibles d'accueillir des réseaux de chauffage à distance et de proximité peuvent être approvisionnées avec différentes sources d'énergie renouvelable. Pour ce faire, le potentiel des différentes sources d'énergie a dû être déterminé et la situation géographique des zones en demande de chaleur a également été prise en compte. Enfin, cette étude vise à définir l'importance que revêtent les réseaux de chauffage à distance et de proximité pour la transition énergétique.

«webGIS» est un outil permettant d'identifier les réseaux potentiels de chauffage de proximité, qui remplace le hasard par une approche méthodologique.

Avec ses partenaires, l'ASCAD entend promouvoir la réalisation de réseaux de chauffage à distance et de proximité de ce type, et encourager, là où cela est possible, les réseaux de froid afin d'exploiter les énergies renouvelables et les sources de rejets de chaleur de manière pertinente. Pour ce faire, l'outil «webGIS» de l'ASCAD a été développé. Cet outil interactif fournit un instrument de travail, qui évalue le potentiel du chauffage de proximité et à distance renouvelable et identifie les zones pouvant être utilisées. Ainsi, les résultats sont mis à la disposition d'un large spectre d'utilisateurs, ce qui permet d'accélérer la mise en œuvre.

2.3 Vision du réseau d'approvisionnement en chauffage à distance en Suisse

Le «Livre blanc du chauffage à distance» montre qu'à long terme 38% de la demande en chaleur suisse peuvent être couverts via des réseaux de chauffage de proximité et à distance alimentés par des énergies renouvelables.

La vision d'un réseau d'approvisionnement en chauffage à distance suisse est décrite dans le travail contractuel de l'ASCAD «Livre blanc du chauffage à distance en Suisse - stratégie de l'ASCAD» et peut être consulté sur le site Internet de l'ASCAD au format PDF. La méthode de travail et les résultats obtenus sont résumés ci-après:

Contexte et postulats

La présente analyse se base sur le parc immobilier de 2010. Afin d'évaluer les futurs besoins en chaleur, nous sommes partis du principe que, pour atteindre les objectifs de la politique énergétique suisse, une réduction à long terme de 50 % par rapport à 2010 des besoins en énergie finale pour le chauffage des locaux et la production d'eau chaude est nécessaire. L'industrie constitue une exception. Pour ce secteur, nous tablons sur une réduction de 20%. Cette réduction comprend la consommation additionnelle engendrée par la construction de nouveaux bâtiments imposée par l'augmentation des besoins. Par ailleurs, aucune densification n'a été prise en compte. Nous avons donc délibérément réalisé une analyse conservatrice.

Les réseaux de chauffage à distance et de proximité existants n'ont pas pu être pris en compte dans le webGIS, sur lequel le Livre blanc repose, car ils ne sont pas encore saisis de manière adéquate dans toute la Suisse. De la même manière, les réseaux de gaz naturel et les planifications énergétiques locales ne sont pas enregistrés. Les données relatives aux parts du gaz dans la structure du chauffage se basent donc sur le sondage effectué lors du dernier recensement.

Procédure

Dans la mesure où la répartition géographique de la demande et de l'offre de chaleur joue un rôle central, le SIG a été utilisé pour l'analyse. Ce faisant, nous avons également eu recours à des outils analytiques existants ainsi qu'à de nouveaux algorithmes.

Les données de consommation pour le chauffage des locaux et l'eau chaude sont disponibles dans les catégories «habitation», «services» et «industrie» (sans chaleur industrielle) avec une résolution de 100 x 100 mètres (hectare) pour toute la Suisse. Dans un premier temps, ces données de consommation ont été réduites d'env. 50%, conformément aux hypothèses admises pour 2050.

A partir de ces données hectométriques, des zones de chauffage à distance et de proximité (clusters) où les coûts de distribution de la chaleur ne dépassent pas 4,5 cts/kWh ont pu être identifiées à l'aide d'une analyse SIG et d'un modèle de coûts de distribution de chaleur existant légèrement remanié. A la lumière des expériences recueillies dans la pratique, nous avons obtenu des prix à la calorie pour les clients finaux qui seront rentables dans de nombreux cas compte tenu des prix actuels de l'énergie fossile et de l'internalisation des coûts externes des sources d'énergie fossiles.

Avant d'attribuer les sources de chaleur aux zones de chauffage à distance et de proximité identifiées, il a fallu déterminer leur potentiel et leur emplacement. Ce faisant, les sources de chaleur suivantes ont été prises en compte:

- 1. Usines d'incinération des ordures ménagères (UVTED)*
- 2. Rejets de chaleur émis par les procédés industriels (RC)*
- 3. Eaux souterraines (ES)*
- 4. Stations d'épuration des eaux usées (STEP)*
- 5. Lacs*
- 6. Cours d'eau*
- 7. Bois*
- 8. Géothermie profonde*

Tandis que l'utilisation des sources de chaleur 1 à 6 est liée au site, le bois et la géothermie pétrothermale ne sont pas liés à un emplacement géographique précis et peuvent donc être utilisés partout.

Au cours de la dernière étape, des sources de chaleur renouvelables ont été attribuées aux zones de chauffage à distance et de proximité identifiées à l'aide du modèle SIG conçu à cet effet.

Investissements et rentabilité du chauffage à distance de 2016 à 2050

Chaque année, des investissements supplémentaires moyens d'env. CHF 350 millions sont nécessaires, comparés aux installations de chauffages fossiles. Cela correspond à une augmentation annuelle de 5% du volume de ventes actuel dans le domaine de la technique du bâtiment. La comparaison de la rentabilité du développement du chauffage de proximité avec les chauffages individuels fossiles a été effectuée sur deux intervalles de temps.

- Base de coûts 2016
- Coûts moyens de 2016 à 2050

Source de chaleur primaire	Besoins en chaleur TWh/a	Puissance MW	Invest. spéc. millions CHF/MW	Invest. total millions CHF	Invest./an millions CHF
Eaux souterraines	1.9	950	2.3	2190	63
Eaux lacustres	5.1	2'550	2.5	6380	182
Eaux fluviales	1.8	900	2.4	2160	62
STEP	1.9	950	2.2	2090	60
Sondes géothermiques	1.3	650	4.0	2600	65
UVTED	3.6	1'800	2.1	3780	95
Bois	1.7	850	2.2	1870	62
Total	17.3	8'650		21070	589
Production de chaleur fossile 100 kW	17.3	8'650	0.6	5190	236

Figure 2-1 Investissements (base de coûts 2016) pour le chauffage de proximité renouvelable et les installations de production fossiles

Source: HP. Eicher, exposé présenté lors du forum du chauffage à distance de Bienne, janvier 2017

La figure 2-2 suivante montre le calcul des coûts de chaleur (CHF/MWh) sur la base de coûts de 2016:

Source de chaleur primaire	Coûts du capital CHF/MWh	Coûts de l'énergie CHF/MWh	Coûts M+E CHF/MWh	CO ₂ CHF/MWh	Coûts de la chaleur(1) CHF/MWh
Eaux souterraines	70.0	43.0	15.0	2.1	130
Eaux lacustres	76.0	45.0	17.0	2.1	140
Eaux fluviales	73.0	47.0	18.0	2.1	140
STEP	67.0	47.0	19.0	2.1	135
Sondes géothermiques	117.0	50.0	16.0	2.1	185
UVTED	61.0	59.0	13.0	2.1	135
Bois	72.0	56.0	20.0	2.1	150
Production de chaleur fossile 100 kW	23.0	88.0	11.0	21.0	135

Figure 2-2 Rentabilité – base de coûts 2016

Source: HP. Eicher, exposé présenté lors du forum du chauffage à distance de Bienne, janvier 2017

La figure 2-3 suivante montre le calcul des coûts de chaleur (CHF/MWh) sous forme de moyenne de 2016 à 2050:

Source de chaleur primaire	Coûts du capital CHF/MWh	Coûts de l'énergie CHF/MWh	Coûts M+E CHF/MWh	CO ₂ CHF/MWh	Coûts de la chaleur CHF/MWh
Eaux souterraines	70.0	66.0	15.0	3.7	155
Eaux lacustres	76.0	68.0	17.0	3.7	165
Eaux fluviales	73.0	70.0	18.0	3.7	165
STEP	67.0	70.0	19.0	3.7	160
Sondes géothermiques	117.0	73.0	16.0	3.7	210
UVTED	61.0	82.0	13.0	3.7	160
Bois	72.0	109.0	20.0	3.7	205
Production de chaleur fossile 100 kW	23.0	134.0	11.0	37.0	205

Figure 2-3 Rentabilité – base de coûts 2016 à 2050

Source: HP. Eicher, exposé présenté lors du forum du chauffage à distance de Bienne, janvier 2017

Les bases de calcul utilisées pour les figures 2-2 et 2-3 sont les suivantes:

- Intérêt du capital réel: 5% p.a.
- Durées d'amortissement des installations de chauffage à distance: 30 à 40 ans
- Durées d'amortissement des chauffages à mazout et au gaz: 22 ans
- Prix de l'énergie primaire individuels
- Émissions de CO₂

Résultats

Régions susceptibles d'accueillir des réseaux de chauffage à distance et de proximité (clusters)

Le regroupement d'hectares présentant des densités thermiques suffisantes a permis d'identifier environ 5'500 clusters appropriés, dont environ 10 «mégaclusters» présentant des besoins allant de 100 à 1'400 GWh. D'après nos hypothèses, les besoins en chaleur confort, qui sont aujourd'hui de 85 TWh/a, passeront à 45 TWh/a d'ici 2050.

17 TWh/a de chaleur peuvent être distribués via les clusters susmentionnés. Il sera donc possible dans l'avenir, pour autant que les conditions-cadres s'y prêtent, de couvrir jusqu'à 38 % des besoins de la Suisse en chaleur pour le chauffage des locaux et l'eau chaude au moyen de réseaux de chauffage à distance et de proximité (Figure 2-4).

Les besoins en chauffage diminueront de près de moitié d'ici 2050. Le chauffage de proximité et à distance alimenté par des énergies renouvelables peut fournir 17 TWh/a (38%), sachant que les besoins en chaleur estimés en 2050 sont de 45 TWh/a.

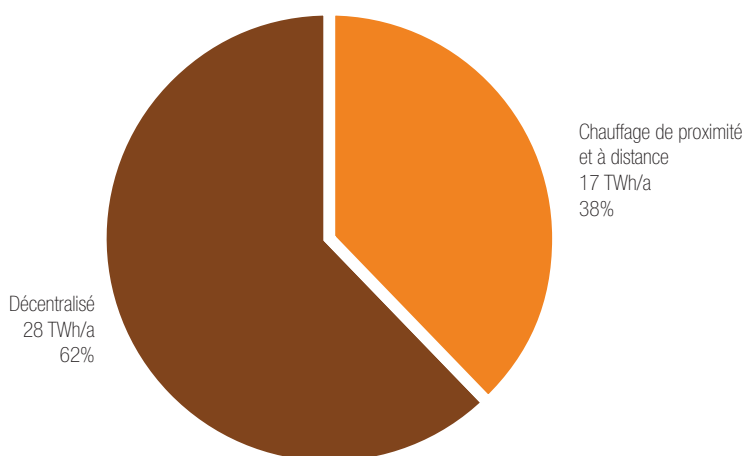


Figure 2-4 Potentiel du chauffage de proximité et à distance (année 2050)

Source: HP. Eicher, exposé présenté lors du forum du chauffage à distance de Bienne, janvier 2017

Potentiels des énergies renouvelables

Au total, le potentiel des énergies renouvelables considérées est de 238 TWh/a, ce qui représente plus de cinq fois les besoins de 2050.

L'immense potentiel de chaleur offert par les lacs est étonnant. Le fait que l'eau lacustre puisse également être utilisée pour le refroidissement rend l'exploitation de cette énergie encore plus intéressante. Cet atout supplémentaire n'a pas été pris en compte pour le refroidissement, car les données relatives au besoin en refroidissement ne sont pas disponibles dans les données de consommation mises à disposition.

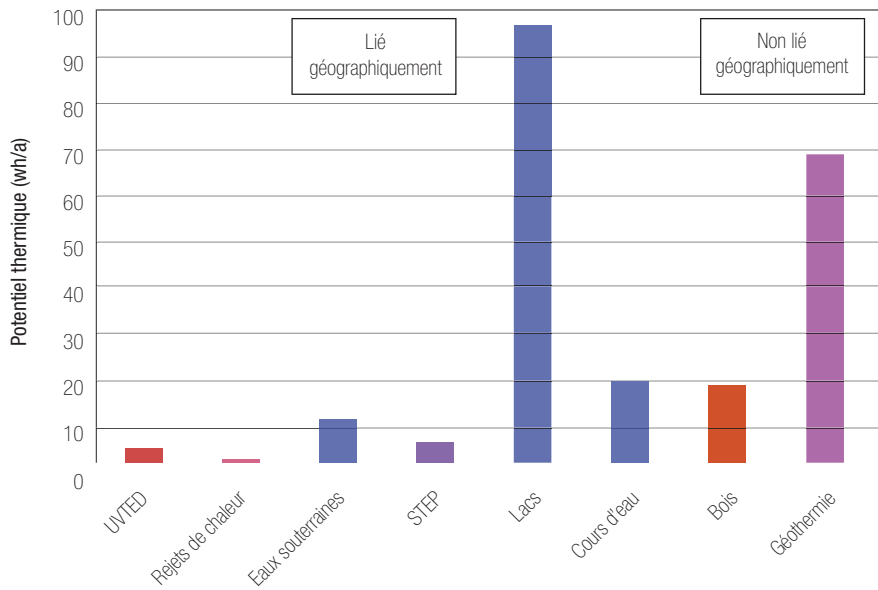


Figure 2-5 Potentiel thermique des sources d'énergie considérées
Source: HP. Eicher, exposé présenté lors du forum du chauffage à distance de Bienne, janvier 2017

Le potentiel des rejets thermiques émis par les procédés industriels n'a pu être évalué qu'approximativement, car aucun relevé exact n'est disponible, sauf dans le Canton du Valais. Le potentiel retenu (3,6 TWh/a) est considérable et à peu près comparable aux rejets thermiques émis par les usines d'incinération des ordures ménagères.

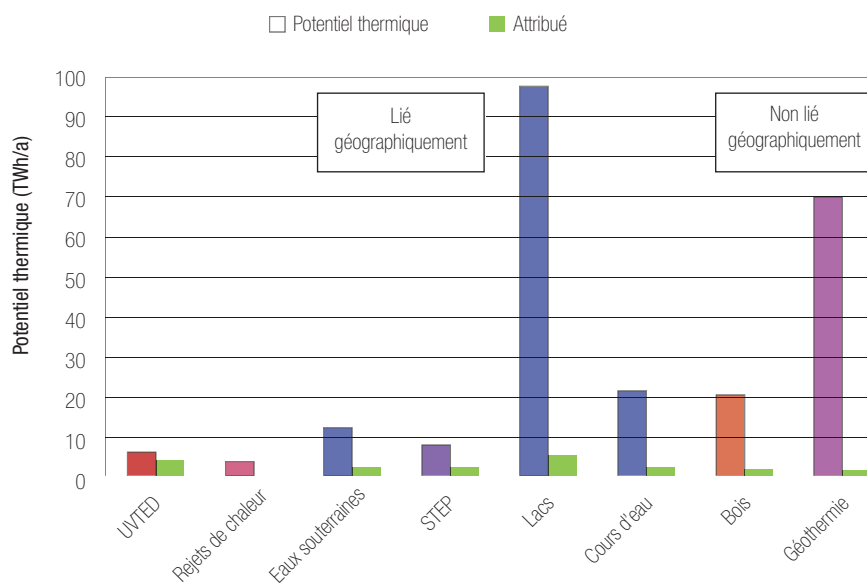


Figure 2-6 Part des sources de chaleur pour le chauffage de proximité et à distance
Source: HP. Eicher, exposé présenté lors du forum du chauffage à distance de Bienne, janvier 2017

Attribution des potentiels aux zones de chauffage à distance et de proximité

Les quantités d'énergie nécessaires pour le chauffage de proximité et à distance sont attribuées ci-après aux potentiels d'énergies renouvelables disponibles. Cette attribution a été effectuée selon la priorisation et différents algorithmes présentés dans le rapport principal.

Source de chaleur	Potentiel thermique (TWh/a)	Attribué (TWh/a)	Couverture des besoins en chauffage à distance
UVTED	5.7	3.6	21%
Utilisation directe des rejets de chaleur industriels	3.6	Non attribué	Non attribué
Eaux souterraines	12.2	1.9	11%
STEP	7.7	1.9	11%
Lacs	97.0	5.1	29%
Fleuves	21.3	1.8	10%
Bois	20.5	1.7	10%
Géothermie	70.0	1.3	8%
Total	238.0	17.3	100%

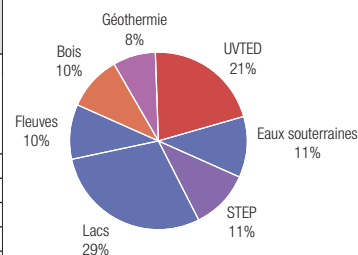


Figure 2-7 Segments de chaleur renouvelable couvrant les besoins en chaleur à l'horizon 2050
Source: HP. Eicher, exposé présenté lors du forum du chauffage à distance de Bienne, janvier 2017

Compte tenu des hypothèses retenues, les 17 TWh/a des zones de chauffage à distance et de proximité potentielles (Figure 2-4) peuvent être approvisionnés avec les sources d'énergie renouvelable présentées ici. La répartition entre les sources d'énergie disponibles est représentée dans la Figure 2-7.

Le potentiel des rejets de chaleur offert par les usines d'incinération des ordures ménagères actuelles peut être partiellement exploité de manière rentable par le biais de réseaux thermiques. Une partie des sites étudiés sont trop éloignés des clusters pour y être raccordés. Les rejets de chaleur sont donc perdus, sans être exploités. Cette perte pourrait être réduite, si les déchets étaient incinérés là où les rejets de chaleur pourraient être exploités de manière plus intensive.

Si le potentiel des rejets de chaleur industriels a pu être évalué de manière générale par le biais de modélisations, il a dû être exclu de la répartition des clusters à défaut de localisation précise. Des clarifications supplémentaires sont donc nécessaires pour pouvoir mieux évaluer l'importance du potentiel de l'exploitation des rejets de chaleur industriels sur le plan commercial.

L'exploitation de la chaleur offerte par les lacs et les grands cours d'eau n'a guère attiré l'attention jusqu'à présent. Ils pourraient livrer 6,9 TWh/a de chaleur ambiante, ce qui représente 39% de l'ensemble du chauffage renouvelable à distance et de proximité. Avec les eaux souterraines, qui font partie de la même catégorie de sources de chaleur renouvelables, ils pourraient fournir 8,8 TWh/a de chaleur ambiante, soit la moitié de la demande globale. Si l'on considère que ces trois sources de chaleur renouvelables sont aussi des sources de refroidissement renouvelable, cela montre l'importance cruciale de ces sources d'énergie jusqu'ici négligées.

L'exploitation des rejets thermiques issus des stations d'épuration peut offrir près de 2 TWh/a de chaleur ambiante, soit 11% des besoins. Néanmoins, il manque encore 3 TWh/a pour pouvoir couvrir l'ensemble de la demande dans les régions potentielles de chauffage à distance et de proximité. Différentes options existent pour couvrir cet écart:

- L'exploitation des rejets thermiques issus de procédés industriels peut contribuer à combler cet écart dans une proportion encore inconnue. Avant qu'une évaluation correspondante ne soit possible, une clarification des potentiels doit être réalisée avec une localisation géographique précise.
- A long terme, la géothermie pourrait également fournir une part de chaleur, à condition toutefois que les coûts baissent à un niveau raisonnable. Il serait alors envisageable que la géothermie remplace la part des autres sources d'énergie renouvelable ou l'exploitation des rejets thermiques dans les réseaux de chauffage à distance et de proximité déjà construits.
- Le bois peut être utilisé partout. Mais dans la mesure où le bois est trop précieux pour servir à chauffer des locaux et préparer de l'eau chaude, il ne devrait pas être utilisé, ou uniquement en cas de production simultanée d'électricité.
- Une partie de la couverture manquante est induite dans les clusters présentant un besoin en puissance calorifique inférieur à 500 kW. Ces clusters pourraient également être couverts par de petits réseaux de distribution de chaleur dotés d'installations bivalentes fonctionnant avec des sondes géothermiques ou même l'air extérieur comme source de chaleur.

Applicabilité des résultats

La procédure choisie a clairement des limites et ne peut pas être comparée à un plan directeur régional de l'énergie, par exemple. Ainsi, les stratégies d'approvisionnement locales ou les réseaux thermiques déjà existants n'ont pas pu être traités. Les conditions individuelles sur site, qui favorisent ou compliquent les chances particulières de développer un approvisionnement en chauffage de proximité / froid, doivent être impérativement incluses.

Les résultats obtenus fournissent néanmoins une vue d'ensemble nationale intéressante, qui doit être encore affinée et adaptée localement aux conditions économiques existantes, notamment lorsque plusieurs sources de chaleur rentrent en concurrence sur un même lieu, telles que la chaleur ambiante issue des lacs et les rejets de chaleur émis par les stations d'épuration. Autre exemple caractéristique: la chaleur ambiante issue des eaux souterraines et les rejets de chaleur émis par les usines d'incinération des ordures ménagères.

Des décalages pourront apparaître entre les différentes sources d'énergie lorsque le besoin en froid sera pris en compte, car les sources de chaleur ne sont pas toutes des «sources de refroidissement».

Les zones de chauffage à distance et de proximité identifiées ne doivent pas toutes être mises en œuvre en tant que telles. Il peut arriver que des solutions de chauffages individuels basées sur des sources de chaleur renouvelables soient plus intéressantes économiquement.

Le Livre blanc du chauffage à distance montre le potentiel de développement théorique du chauffage de proximité et à distance à l'horizon 2050-2060

2.4 Obstacles entravant la mise en œuvre

Réseau de gaz naturel

Toutes les personnes impliquées dans la branche sont invitées à faire en sorte que les obstacles à la mise en œuvre puissent être surmontés.

Les clusters de chauffage à distance potentiels à haute densité thermique sont souvent alimentés en gaz naturel. Les mesures suivantes contribuent à la dissociation des intérêts:

- Le plan énergétique de la ville / commune régule de façon claire des zones pour l'approvisionnement en gaz et en chauffage à distance.
- Les centrales de la ville ou de la commune régulent leurs sites prioritaires pour le chauffage au gaz et à distance comme des entreprises intégrées horizontalement au sein de leur propre établissement.

Un raccordement non coordonné de zones au chauffage à distance en cas d'approvisionnement en gaz existant entraîne des investissements inappropriés dans l'infrastructure de chauffage et devrait être évité.

Bases décisionnelles

- Les décisions liées à la politique énergétique requièrent des bases décisionnelles. Le plan directeur de l'énergie de la ville ou de la commune est la solution la plus pertinente.
- Les cantons déterminent quelles villes et communes doivent établir un plan directeur de l'énergie et jusqu'à quand.
- Les volte-face motivées par la politique des partis lors des changements de législature n'inspirent pas la confiance des électeurs et sont insupportables pour les investisseurs. Les décisions liées à la politique énergétique devraient par conséquent être ancrées dans le long terme.

Couverture des risques

- Des projets pertinents échouent parfois devant un risque exceptionnel, qui dépasse de loin le risque d'entreprise habituel et ne peut pas être influencé par le promoteur.
- Il s'agit de cas isolés, qui doivent être impérativement évités à l'avenir en raison du rayonnement négatif généré par ces échecs.
- Des organismes publics, des investisseurs, des clients potentiels ont ici des intérêts de même nature. Seule l'appréciation du risque commercial constitue un obstacle.
- Des associations telles que l'ASCAD et l'AEE travaillent actuellement pour trouver des solutions à ces problèmes.

2.5 Mesures permettant d'atteindre les objectifs

Toutes les personnes impliquées doivent fournir des efforts pour atteindre les objectifs du développement du chauffage à distance. Les personnes impliquées sont surtout:

- Les responsables politiques de la Confédération, des cantons et des communes
- L'Office fédéral de l'énergie (OFEN), l'Office fédéral du développement territorial (ARE) et les services cantonaux de l'énergie.
- Responsables du marketing relatif au chauffage à distance:
 - Diffusion générale des concepts de chauffage à distance / froid à distance (beaucoup ne savent pas ce dont il s'agit)
 - Marketing spécifique à un projet réalisé par les exploitants et les investisseurs
- Associations (ASCAD, Union des villes suisses et Association des communes suisses, AEE, SSIIGE, association faîtière InfraWatt, Société suisse pour la géothermie (SSG), Energie-bois Suisse, Swisspower)
- Fournisseurs d'énergie (services urbains et communaux, contracteurs)

Les mesures individuelles efficaces prises par les personnes impliquées peuvent être les suivantes:

Niveaux politiques (Confédération, cantons, communes)

- Soutenir l'approvisionnement en chaleur et en froid via des conduites là où cela est approprié (les projets ne méritent pas tous d'être encouragés).
- Éviter les mesures contradictoires: par le passé, certaines mesures ont été encouragées, puis bloquées ou entravées par d'autres ordonnances.
- Le marketing général du chauffage à distance devrait être au moins encouragé à ce niveau.
- Les projets d'approvisionnement en chaleur / froid ont surtout besoin d'une sécurité de planification grâce à des conditions-cadres politiques clairement définies. Plus elles sont définies sur le long terme, plus les investissements dans les réseaux thermiques seront fructueux.

Autorités (OFEN, services de l'énergie)

- Il serait préférable d'apporter un soutien financier pendant plusieurs années avec des taux réduits, plutôt que des soutiens financiers élevés à court terme sans garantie de longue durée
- Coordination transparente des mesures de soutien entre les niveaux fédéraux

Marketing du chauffage à distance

Un déficit général peut être constaté dans ce domaine. Pour promouvoir la diffusion du chauffage à distance / froid à distance, ce qui devrait être l'objectif de toutes les personnes impliquées, davantage d'efforts sont nécessaires.

Citons, à titre d'exemple, la place du chauffage à distance en Autriche. Dans un sondage représentatif de la population, cet approvisionnement énergétique:

- jouit d'un degré élevé de notoriété
- d'une bonne image et
- d'une perception positive dans le cas d'une possibilité de raccordement.

Nous pensons que cela devrait également être l'objectif en Suisse.

L'Association suisse du chauffage à distance (ASCAD) se fera un plaisir de fournir des conseils au sujet des activités de marketing et peut même assumer certaines tâches dans ce domaine.

Associations

En Suisse, différentes associations traitent de l'approvisionnement en chaleur, mais de façon malheureusement isolée.

L'ASCAD a pris la mesure de la situation et essaie de coordonner les activités des différentes associations afin de les orienter vers un objectif commun à long terme. Mais soyons réaliste, l'objectif n'est réalisable qu'en partie seulement.

C'est pour cette même raison qu'a été créée en 2010 l'association InfraWatt, l'Association pour l'utilisation rationnelle de l'énergie des eaux usées, des déchets, de l'eau potable et de la chaleur à distance. Cette association réunit l'ASCAD, le VSA, l'ASED et la SSIGE.

Les associations s'engagent dans le marketing général avec plus ou moins d'intensité.

Il reste encore à faire en matière de coordination d'associations. L'ASCAD en est consciente et y travaille de manière ciblée.

Fournisseurs d'énergie

Les fournisseurs d'énergie au sens des sociétés mixtes de distribution, les fournisseurs d'énergie proprement dits et les entreprises de contracting sont les exécuteurs des objectifs du développement du chauffage à distance dans le sens de la stratégie énergétique de la Confédération (cf. «Livre blanc du chauffage à distance»)

Ces entreprises sont les investisseurs et les exploitants des approvisionnements en chaleur et en froid existants et futurs. Ces entreprises mènent des campagnes de marketing spécifiques aux projets dans des zones limitées localement où le chauffage à distance existe ou doit être développé. Ces entreprises sont donc les interlocuteurs de tous les clients chaleur / froid existants et futurs.

3. Environnement du chauffage à distance

Résumé

Le chauffage à distance est la condition permettant d'exploiter diverses sources d'énergie disponibles localement. Il constitue donc un élément important de la transition énergétique visée.

Les avantages économiques et techniques du chauffage de proximité et à distance sont expliqués ci-après. Ce faisant, nous aborderons plus particulièrement l'utilisation des rejets de chaleur, le couplage chaleur-force et l'utilisation du grand champ des possibles offert par les sources d'énergie renouvelables. Nous traiterons également de l'acceptation, des obstacles et des avantages économiques du chauffage à distance. Les conditions et les conditions-cadres du chauffage à distance sont expliquées sous des angles différents.

3.1 Conditions

Condition nécessaire à la transition énergétique

Aussi bien le changement climatique que la raréfaction des réserves d'énergie fossile requièrent une transformation du système énergétique actuel. Ce faisant, l'utilisation rationnelle de l'énergie, l'amélioration de l'isolation thermique, le couplage chaleur-force (CCF) et les énergies renouvelables jouent un rôle important.

La transition énergétique nécessite une transition thermique.

La transition énergétique est également une transition thermique en raison de la part élevée de la chaleur. Pour transformer le marché de la chaleur, une expansion considérable de la part actuelle du chauffage de proximité et à distance est une condition indispensable. L'étude de l'ASCAD «*Livre blanc du chauffage à distance*» prouve qu'un développement du chauffage de proximité et à distance jusque dans les années 2050 à 2060 est possible de manière structurelle et économique. Cela offre donc une excellente perspective pour un développement croissant du chauffage à distance.

Conditions permettant d'établir un réseau de chauffage de proximité

Les installations de chauffage de proximité et à distance nécessitent toujours l'utilisation de sources d'énergie, qui ne seraient pas ou très peu utilisables sans réseau de chauffage.

Le bien-fondé d'un chauffage de proximité et à distance s'oriente vers la densité thermique et les sources d'énergie disponibles à l'échelle locale.

Les conditions suivantes doivent être réunies pour envisager un réseau de chauffage ou un approvisionnement en chauffage de proximité:

- Un groupe de bâtiments ou de quartiers, pour lesquels un approvisionnement central entre en ligne de compte.
- Une source de chaleur exploitable (rejets de chaleur, station d'épuration, grande section de canalisations d'égouts, lac, fleuve) pas trop éloignée.
- Des conditions locales, telles qu'une centrale de chauffage existante avec suffisamment d'espace pour intégrer de grandes unités de production.
- Des groupements de locaux de chauffage déjà existants. Ces derniers sont particulièrement intéressants, car ils influencent positivement la rentabilité de l'installation.

L'énergie-bois est une source d'énergie indépendante du lieu, qui peut par conséquent être utilisée partout, dans la mesure où les aménagements techniques peuvent être intégrés (clarification technique préalable).

Les centrales de cogénération et la géothermie nécessitent généralement un réseau de chauffage.

Une installation de cogénération (couplage chaleur-force) pilotée en fonction de la production de chaleur est également réalisable en de nombreux endroits. Les moteurs sont exploités de préférence avec du biogaz ou, à défaut, du gaz naturel. Le gaz naturel a l'inconvénient d'entraîner une augmentation des émissions de CO₂ (à cause du produit couplé électricité et chaleur).

L'exploitation de la chaleur de la terre (géothermie de faible profondeur) est réalisable en de nombreux endroits et convient aux petites structures d'approvisionnement. La géothermie profonde (profondeur de forage > 800 m) ne peut être envisagée que pour les grandes installations en raison du risque d'exploitation et des coûts de forage très élevés.

Rôle du gaz naturel et du mazout avec le chauffage de proximité et à distance

Le gaz naturel et le mazout sont utilisés pour couvrir la redondance (sécurité de fonctionnement en cas de panne de l'installation de régulation) et les pics de puissance (installations bivalentes). Mais ces sources d'énergie fossiles ne représentent qu'une part de 10 à 20% de l'énergie annuelle.

La constellation visant à exploiter des chaudières à mazout ou à gaz comme seule installation de production d'énergie pour le réseau de chaleur de proximité doit être évitée, car il ne s'agit pas d'un approvisionnement efficient.

3.2 Avantages du chauffage à distance

Le chauffage à distance permet d'utiliser différentes sources d'énergie.

Les avantages techniques et économiques du chauffage de proximité et à distance découlent du regroupement de plusieurs consommateurs de chaleur en un grand consommateur. Pour ce faire, des techniques de production de chaleur, qui seraient trop onéreuses pour de petits consommateurs ou difficilement réalisables sur le plan technique, peuvent être utilisées. De même, les principales sources de chaleur (incinération et rejets de chaleur) et les potentiels majeurs de la chaleur environnante et de la géothermie profonde (Figure 3-1) ne pourraient pas être utilisées sans réseau de chauffage de proximité ou à distance.

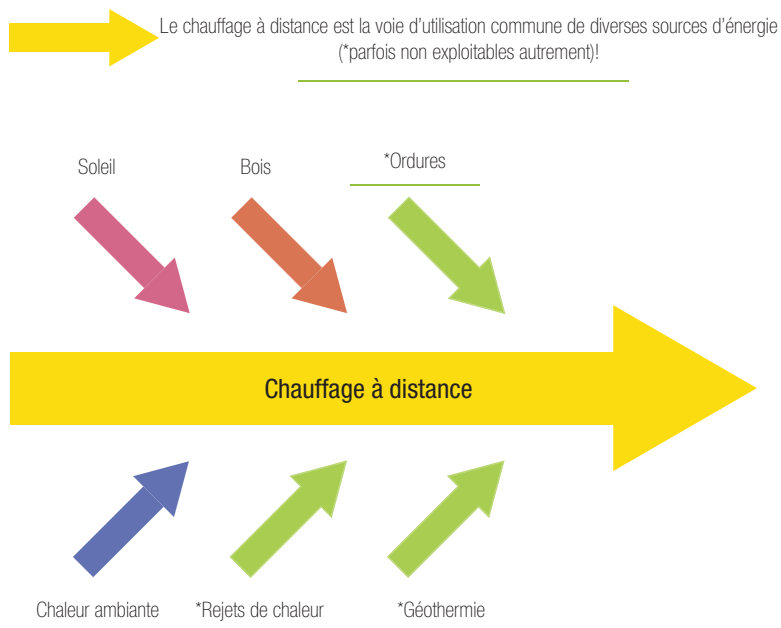


Figure 3-1 Chauffage à distance, la voie d'utilisation commune de diverses sources d'énergie

De grands avantages sont également constatés dans les situations suivantes: utilisation du CCF avec recours aux énergies renouvelables, capacité d'adaptation face à des techniques de production de chaleur en constante évolution (un réseau de chaleur est toujours nécessaire) et confort pour le client final.

CCF et utilisation des rejets de chaleur

Des combustibles fossiles sont transformés en électricité dans des centrales électriques thermiques de l'industrie. La grande quantité de rejets de chaleur générée ne peut être utilisée que si elle est acheminée vers les consommateurs à travers des conduites dans un rayon élargi. La nécessité des réseaux de chauffage s'applique de la même façon aux centrales nucléaires. Certes, des centrales de cogénération peuvent être dimensionnées par rapport aux exigences de consommateurs individuels, mais il est plus économique de pouvoir approvisionner plusieurs consommateurs à partir d'une centrale de cogénération, qui présente un taux d'efficacité électrique plus élevé et des coûts spécifiques plus faibles. Une utilisation directe des rejets de chaleur issus de processus industriels n'est pas possible sans réseaux de chauffage à distance, ou seulement de manière très limitée.

Les installations CCF ont une efficacité énergétique élevée.

L'utilisation des rejets thermiques sans réseau de chauffage n'est pas possible, ou de manière très limitée.

L'avenir appartient aux sources d'énergie renouvelables, qui ne peuvent être utilisées de manière significative qu'avec le chauffage de proximité et à distance.

Énergies renouvelables

Les réseaux de chauffage à distance et les installations de production correspondantes sont indispensables à la pleine exploitation des énergies renouvelables pertinentes pour le marché de la chaleur, à savoir la biomasse, la chaleur solaire, la chaleur à basse température (lacs, fleuves et eaux souterraines) et la géothermie.

Biomasse

- a. Des combustibles problématiques tels que la paille, le fumier ou les écorces ne peuvent être utilisés que dans de grandes installations pour que les coûts d'épuration des gaz d'échappement restent raisonnables.
- b. L'utilisation de bois de chauffage dans des installations de chaudières à bois automatiques a un avantage: les dépenses liées à la préparation du combustible et à l'entretien des installations sont plus réduites que dans les petites installations (copeaux de bois à la place de granulés)

Chaleur solaire

L'énergie solaire ne peut fournir une contribution substantielle au marché de la chaleur que si la chaleur accumulée durant l'été peut être stockée jusqu'à l'hiver. Cela n'est possible de manière économiquement raisonnable qu'avec de grands accumulateurs de chaleur saisonniers, à partir desquels toute une zone résidentielle peut être approvisionnée. La rentabilité du projet doit être clarifiée dans chaque cas.

Eaux de surface et eaux souterraines

La chaleur à basse température issue des lacs, des fleuves et des eaux souterraines peut être élevée à la température de service (pour le chauffage des locaux et l'eau chaude sanitaire) dans des centrales thermiques à l'aide de pompes à chaleur. Les clients sont approvisionnés avec cette énergie naturelle via le réseau de chauffage.

Les eaux de surface et les eaux souterraines peuvent également convenir pour le froid à distance. Les réseaux de froid à distance peuvent être élaborés de manière plus rentable lorsqu'ils sont construits de pair avec le réseau de chauffage à distance.

Géothermie

- a. Installations hydrothermales:
Un système hydrothermal nécessite la présence d'une couche de roche aquifère (horizon effectif), qui doit présenter une diffusion verticale et latérale la plus large possible afin de garantir une exploitation à long terme. L'eau thermale circulant dans ce réservoir naturel peut être utilisée pour produire de l'électricité et de la chaleur ou uniquement de la chaleur, selon le taux d'extraction et la température.
- b. Installations pétrothermales:
Ces installations utilisent la géothermie, qui augmente d'env. 3 K par 100 mètres de profondeur. Des anomalies de la croûte terrestre présentent parfois aussi des valeurs dont le gradient est plus élevé, ce qui constitue un avantage pour l'implantation de l'installation. Le grand avantage de cette technique est que le risque de ne pas trouver d'eaux profondes (aquifère) n'existe pas. Des forages de 4'000 m de profondeur ou plus sont nécessaires pour obtenir des températures pouvant être utilisées pour produire de l'électricité (turbines Organic Ranking Cycle (ORC) ou turbine à vapeur). Pour exploiter la chaleur, des fissures naturelles dans la roche doivent être élargies par des pressions hydrauliques très élevées afin de permettre un échange thermique de l'eau comprimée en profondeur. Les risques de cette technique résident dans le danger de déclencher des tremblements de terre artificiels.

c. Géothermie de faible profondeur:

Sous ce terme, on entend des sondes géothermiques généralement placées de 200 à 500 mètres de profondeur. Les besoins en chaleur déterminent la profondeur et le nombre de sondes. Cette technique est très répandue en Suisse. Un champs de sondes peut fournir l'énergie à basse température nécessaire à un approvisionnement en chauffage de proximité et de froid. L'utilisation du froid à distance est ici particulièrement intéressante, car la chaleur issue du refroidissement des bâtiments est acheminée dans le sous-sol et régénère ainsi le champ de sondes en été, ce qui rend l'installation plus rentable en hiver grâce à l'augmentation de la température de la terre. Des pompes à chaleur garantissent la hausse de température nécessaire pour les besoins en chauffage.

Développement durable et environnement

Les avantages du chauffage de proximité et du chauffage à distance / froid à distance sont également visibles dans la contribution qu'ils apportent au développement durable et à l'environnement, car la construction de cette infrastructure:

- constitue une substitution aux sources d'énergie fossiles (mazout / gaz utilisés dans les chauffages individuels);
- permet l'utilisation de rejets de chaleur basse température avec un coefficient de performance annuel favorable d'env. 4 (rapport entre la chaleur exploitable et l'énergie électrique utilisée);
- permet l'utilisation durable d'une énergie locale neutre en CO₂ (bois);
- permet d'éviter les émissions de CO₂ grâce à l'utilisation d'énergies renouvelables ou de les réduire de plus de 90%;
- permet une utilisation optimale des combustibles dans les grandes installations parfois équipées de récupérateurs de chaleur des fumées et
- génère une réduction des émissions grâce aux installations de filtres (contrairement aux petites installations).

Le chauffage à distance est durable et respectueux de l'environnement.

Orienté vers l'avenir et flexible

Une installation de chauffage de proximité ou à distance / froid à distance n'est pas un système rigide et n'est pas inutile face à des conditions-cadres en constante évolution, car:

- la technologie de production de chaleur peut être adaptée à d'autres combustibles, le réseau de distribution restant toutefois nécessaire;
- les clients finaux conservent leur flexibilité, car ils peuvent adapter leur contrat en fonction de l'évolution de leurs besoins (p. ex. demande de puissance plus réduite à la suite d'une post-isolation et/ou d'une alimentation par énergie solaire);
- de nouveaux clients peuvent s'ajouter à tout moment;
- des clients existants peuvent résilier leur contrat selon les conditions fixées par leur contrat de fourniture de chaleur;
- les conditions d'exploitation (p. ex. températures et rapports de pression) peuvent s'adapter à l'évolution des besoins jusqu'à un certain point;
- les gros clients possédant des rejets de chaleur issus des processus peuvent être intégrés ultérieurement dans le système (ratio de fourniture et de consommation) et
- les mises à niveau des installations de production entraînées par des modifications de règlements relatifs à la protection de l'air et/ou aux nuisances sonores sont réalisées de manière centralisée pour tous les clients, ce qui les soulage.

L'avenir appartient aux sources d'énergie renouvelables, dont une utilisation significative n'est possible qu'avec le chauffage de proximité et à distance.

Le chauffage à distance est flexible et donc orienté vers l'avenir.

Confort

Le chauffage à distance est une «énergie du confort».

Le chauffage à distance est également appelé «énergie du confort», car:

- chaque système de chauffage central peut être raccordé;
- une cheminée n'est pas nécessaire, ce qui permet d'optimiser l'agencement des habitations;
- le système a une longue durée de vie grâce à la prévention de la corrosion intervenant dans le cadre du traitement de l'eau;
- le passage du chauffage individuel au chauffage à distance est possible rapidement et simplement;
- le chauffage à distance a une grande valeur aux yeux des locataires;
- un système de chauffage de proximité ou à distance présente une grande sécurité de fonctionnement en raison des redondances de production et d'une gestion professionnelle de l'exploitation. Ce faisant, la sécurité d'approvisionnement est beaucoup plus élevée que celle d'un chauffage individuel;
- le système offre un confort accru en raison de la suppression de l'odeur de mazout, du bruit des brûleurs, du S.A.V. et de la révision du réservoir de mazout;
- le système permet de gagner de l'espace grâce à la suppression du réservoir de mazout et de la chaudière (permettant ainsi de transformer cet espace en pièce de loisirs, par exemple);
- il n'y plus aucun risque pour les eaux en raison de la suppression du stockage de mazout, l'assurance peut donc être résiliée;
- aucuns frais n'est encouru pour le service de maintenance du chauffage et des brûleurs, la révision du réservoir, le ramonage ou la mesure des émissions;
- le renforcement des lois environnementales peut être envisagé sereinement, car elles concernent désormais les fournisseurs de chauffage à distance.

3.3 Quand vaut-il la peine de développer un réseau de chauffage de proximité ou à distance?

La pertinence du chauffage à distance en un coup d'œil.

Cette question doit toujours être clarifiée individuellement, car la situation géographique et les conditions et exigences locales ont une influence décisive. Nous pouvons toutefois affirmer de manière générale qu'il est intéressant d'étudier le chauffage de proximité ou à distance en présence de l'une des situations suivantes:

- Sources d'énergie qui ne seraient pas utilisables autrement, p. ex. utilisation des rejets de chaleur, géothermie profonde, etc. (voir Figure 3-1)
- Objectif de réduction de la pollution environnementale (p. ex. air, risques pétroliers)
- Demande et densité de raccordement suffisamment élevées
- Prix d'achat d'énergie et/ou de combustibles favorables
- Rénovation prochaine de chauffage et/ou de réservoir de mazout
- Sources d'énergie (p. ex. rejets de chaleur et bois) et prix garantis à long terme
- Lotissements et projets de quartiers

3.4 Acceptation et refus du chauffage à distance

L'acceptation du chauffage à distance en Suisse connaît une belle progression depuis des années, mais elle reste encore très éloignée de l'objectif fixé.

Une condition-cadre importante pour le développement du chauffage à distance est son acceptation parmi la population.

En Scandinavie (p. ex. Danemark), la valeur d'un bâtiment augmente lorsqu'il est raccordé au chauffage à distance. L'acceptation est donc élevée dans ce pays. En Suisse et en Allemagne, l'acceptation du chauffage à distance varie fortement d'une région à l'autre.

Selon un sondage réalisé par le secteur du gaz, le gaz naturel est largement privilégié en Allemagne de l'Ouest, devançant nettement le chauffage à distance et le mazout. En revanche, le chauffage à distance devance le gaz naturel en Allemagne de l'Est dans le même sondage. En Suisse aussi, nous pouvons constater que l'acceptation du chauffage à distance augmente de manière significative dans les régions où il est déjà répandu.

Ces résultats nous permettent de déduire que l'acceptation du chauffage à distance / froid à distance peut être nettement améliorée grâce à des campagnes d'information ou autre mesure de marketing.

En comparaison internationale, la Suisse figure dans les derniers rangs. Malgré une densité de construction comparativement moins favorable, 60% des habitations sont chauffés par le chauffage à distance au Danemark et la tendance semble s'inscrire à la hausse. La part de marché du chauffage à distance en Suisse est de 7%, et de 8-10% en prenant en compte de nombreux petits réseaux (estimation).

Le Livre blanc de l'ASCAD (www.fernwaerme-schweiz) montre que toutes les structures d'urbanisation adaptées au chauffage à distance en Suisse pourront être majoritairement approvisionnées avec des énergies renouvelables au prix du marché d'ici 2050 à 2060.

Le refus d'un développement forcé du chauffage à distance réside dans les éléments suivants:

- Manque d'informations ou informations insuffisantes de la part du propriétaire
- Manque d'attrait financier pour transformer les chauffages au mazout et au gaz existants en chauffage à distance
- Manque de garantie à long terme dans les déclarations de politique énergétique pour les investisseurs
- Investissements initiaux élevés avec une vitesse de développement lente¹
- Manque de taux de raccordement¹
- Impossibilité d'identifier les mécanismes de subvention en évolution constante du fait de leur diversité cantonale, ce qui constitue un inconvénient majeur
- Intérêts économiques particuliers des fournisseurs établis. Ainsi, lors du passage d'une zone approvisionnée en gaz au chauffage de proximité, les ventes de gaz peuvent augmenter, si le réseau de chauffage de proximité est approvisionné par une centrale de cogénération alimentée au gaz.

3.5 Avantages économiques

Outre le point de vue des investisseurs et des clients de chauffage / froid, le développement d'une infrastructure de chauffage / froid a également un avantage économique important.

Le bénéfice économique est majeur et devrait rester au centre des préoccupations de chacun.

Les projets de chauffage de proximité et à distance:

- sont des mesures visionnaires qui permettent d'améliorer la qualité des lieux dans une commune;
- apportent à la région et à l'économie suisse une valeur ajoutée dans le domaine de la construction et de l'exploitation des installations;
- empêchent une sortie de capitaux à l'étranger grâce à la création de valeur «chaud ou froid» et
- réduisent massivement la dépendance à l'égard des approvisionnements de l'étranger (pays producteurs de pétrole et de gaz).

¹ A prendre en compte corrélativement aux mesures Marketing, aux incitations pour les clients finaux, à l'acquisition de clients, etc.

3.6 Conditions-cadres

Conditions requises pour le chauffage à distance / froid à distance

Les conditions doivent être remplies.

Du point de vue des clients, le chauffage à distance se mesure à la valeur ajoutée qu'il apporte par rapport au système de chauffage existant, et pas uniquement par le prix. Les conditions suivantes doivent donc être remplies pour développer un projet de chauffage à distance:

- Dans le cas des centrales de chauffage, la source d'énergie doit être complètement renouvelable ou au moins à plus de 80% ou neutre en CO₂ (biomasse).
- La source d'énergie peut également être du gaz naturel, si la chaleur est produite au cours d'un processus de couplage chaleur-force (installation CCF).
- Les centrales de chauffage basées sur des pompes à chaleur devraient avoir un coefficient de performance annuel d'au moins 3,0.
- Les technologies mixtes (p. ex. pompe à chaleur et accumulation / alimentation solaire, chaudière à mazout / gaz pour la couverture de pointe) sont également très bien acceptées.
- Lors de la phase de développement du système, la chaleur peut être produite provisoirement (1-2 ans) à l'aide d'une chaudière à mazout (p. ex. centrales de chauffage mobiles) afin d'installer la technologie prévue (p. ex. centrale de cogénération) avec une puissance de raccordement suffisante. Mais cette mesure doit être expliquée suffisamment tôt aux clients potentiels. Si cela n'est pas fait, les clients potentiels supposent qu'il s'agit d'un chauffage à distance fonctionnant au mazout, avec des conséquences fatales pour le projet.

Politique

Conditions-cadres politiques souhaitables.

Plus les conditions-cadres politiques seront conçues de manière optimale et évaluable sur le long terme, plus les réseaux d'approvisionnement en chauffage de proximité et à distance pourront être développés de manière fructueuse (voir le chapitre 2.5).

Le financement des projets est coordonné entre l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et les services cantonaux de l'énergie. Les services cantonaux de l'énergie sont des interlocuteurs pour toutes les questions relatives au financement des projets et aux subventions (voir également le chapitre 7.5).

Les mécanismes de financement et le montant des subventions sont différents d'un canton à l'autre, c'est pourquoi nous ne pouvons fournir d'explications plus détaillées à ce sujet. L'association InfraWatt et l'ASCAD sont des interlocuteurs utiles pour répondre à toutes ces questions.

Le plan directeur de l'énergie de la commune est une condition-cadre essentielle. Il existe déjà dans de nombreuses communes. Le plan directeur de l'énergie présente déjà dans de nombreux cas des zones de chauffage à distance, ce qui est très utile pour le développement du système et l'acquisition des clients.

Économie de marché

- Des actions précoces (si possible périodiques) de relations publiques augmentent non seulement l'acceptation du chauffage à distance, mais également la disposition à se raccorder à un tel système (voir également le chapitre 2.5).
- A un stade assez précoce du projet, les gros clients (consommateurs clés) constituent un fondement du projet, qui justifie les coûts de projets ultérieurs (voir également les chapitres 5 et 6), grâce à l'obligation de raccordement provisoire (letter of intent).
- Une densité des besoins thermiques suffisante dans la zone d'approvisionnement en chauffage à distance est nécessaire pour prendre une décision ultérieure de construction (voir également le chapitre 4).
- Les coûts de revient de la chaleur à la fin de l'étude de projet ou du projet préliminaire doivent être évalués par rapport à leur attractivité commerciale. Un certain surcoût par rapport au chauffage au mazout et/ou au gaz peut être accepté grâce à un bon marketing et l'acquisition active de clients conscients de la valeur ajoutée du chauffage à distance (voir également la Fig. 6-3).

Les conditions économiques du marché sont largement influençables.

Le point de vue des clients

Pendant le travail de projet, il est utile de se remémorer régulièrement le point de vue des clients. Les principales connaissances acquises au cours de plusieurs années de développement de projets sont exposées ci-après.

Les clients doivent être «impliqués» en permanence.

Le point de vue du client est influencé par un marketing de projet préalable; ceux qui ont déjà perçu positivement le chauffage à distance à ce moment-là seront beaucoup plus disposés à se faire raccorder que s'ils sont confrontés à une offre de chauffage à distance sans y avoir été préparés. Dans ce cas-là, ils effectuent une simple comparaison des prix.

Il convient d'expliquer aux clients où se situent les limites de coûts du chauffage individuel (installation du client) et du chauffage à distance (projet). Les coûts d'achat du mazout / gaz sont toujours comparés à tort avec les coûts annuels du chauffage à distance. Il faut également prêter attention à l'aspect temporel, car des factures de consommation d'énergie d'une durée inférieure à un an sont souvent utilisées pour effectuer la comparaison des prix. La «valeur ajoutée» d'un raccordement au chauffage à distance par rapport au chauffage individuel doit être expliquée sous forme illustrée en abordant de nombreux points.

4. Développement territorial

Résumé

Le choix d'une zone pour implanter un réseau d'approvisionnement en chauffage à distance est principalement déterminé par la situation géographique des clients potentiels. Pour une structure d'approvisionnement, les coûts du transport se révèlent pertinents. Ils se composent des coûts générés chaque année pour les investissements, l'exploitation et les déperditions énergétiques de la distribution du chauffage à distance. Ces coûts débouchent en une itération de sélection de la zone. Ce faisant, la zone d'approvisionnement est limitée à des sous-zones suffisamment compatibles avec le réseau d'approvisionnement en chauffage à distance. Il est avantageux que le transport de la chaleur présente des distances aussi faibles que possible.

Le développement d'un projet de réseau d'approvisionnement en chauffage à distance est le résultat d'une idée de projet et de la zone d'approvisionnement résultante. Le choix de la zone est déterminé par un besoin en réseau d'approvisionnement en chauffage à distance avec son évolution temporelle et spatiale. Les méthodes permettant de sélectionner la zone diffèrent en fonction des structures des nouvelles constructions, des structures existantes et des extensions de zone.

4.1 Approvisionnement énergétique

La planification territoriale fixe des principes permettant de choisir le type d'approvisionnement énergétique.

Le guide se réfère à l'approvisionnement de clients en énergie thermique (chaleur et froid) via des conduites.

Des étapes politiques, régionales et d'aménagement du territoire précèdent la décision de développer un réseau de distribution à distance. La planification énergétique communale crée, avec la planification territoriale, des principes directeurs pour l'infrastructure d'une zone et fixe donc les conditions nécessaires à la réalisation d'une structure d'approvisionnement à distance. Les raisons menant à la décision de développer un réseau de distribution à distance sont les suivantes: sources d'énergie proches éventuellement disponibles, objectifs locaux en matière d'émissions ou objectifs de développement.

Modules relatifs à la planification énergétique territoriale de SuisseEnergie pour les communes.

L'Office fédéral du développement territorial a élaboré avec SuisseEnergie 9 modules sur la planification énergétique territoriale à l'attention des communes. Ces documents sont mis à la disposition des autorités communales afin de les aider. Le module n° 6 porte sur les réseaux de chauffage. Le module n° 9 porte sur les concessions, les droits et les devoirs des réseaux.

4.2 Choix de la zone

De l'idée à l'esquisse d'idée.

L'idée de fournir de l'énergie à un objet ou une zone via des conduites résulte de la demande d'approvisionnement, d'intérêts économiques ou de réflexions politiques liées à l'énergie ou à l'environnement. L'idée entraîne une phase de recherche, à partir de laquelle il peut résulter une première esquisse d'idée.

L'idée ou l'intérêt envers l'approvisionnement peut se référer à:

- Certains objets
- L'extension de structures d'approvisionnement existantes
- Le raccordement de nouvelles zones
- Le raccordement de zones possédant déjà des structures d'approvisionnement existantes

Lorsqu'on esquisse une idée, il convient de se demander suffisamment tôt si un approvisionnement en chauffage à distance / froid à distance via des conduites est la bonne solution.

Le type d'approvisionnement, centralisé ou décentralisé, doit être choisi au moment opportun en se basant sur des arguments solides. Le choix trop précoce d'un type d'approvisionnement sera difficile à annuler ultérieurement. Il est donc utile de définir les critères de l'approvisionnement à un stade suffisamment précoce, afin de pouvoir décider du type d'approvisionnement le plus adapté.

Une esquisse d'idée est définie après avoir contrôlé de manière générale si l'approvisionnement à distance est un type d'approvisionnement adapté. L'esquisse contient une sélection de zone, qui s'oriente dans un premier temps sur les critères suivants:

- Distance entre la source et les consommateurs potentiels
- Potentiel de vente d'énergie
- Coûts de l'énergie
- Conditions locales (géographiques, différences de hauteur)

La situation géographique montre si la distance entre la source et le client peut être reliée sans problème du point de vue technique et organisationnel via des conduites d'approvisionnement.

L'esquisse d'une zone d'approvisionnement comprend:

- Le concept de la structure d'approvisionnement
- Une sélection grossière de la zone avec les consommateurs clés
- Des évaluations de coûts pour les investissements et les coûts de revient

Les évaluations de coûts (telles que les mesures indicatives pour les coûts des tracés, les taux d'intérêt, les durées d'amortissement ou les indicateurs pour les calculs de rentabilité) sont abordées dans le chapitre 7 du guide.

Une fois qu'une esquisse d'idée a été élaborée avec des résultats positifs concernant la faisabilité et la rentabilité du projet, un concept d'approvisionnement est élaboré sur cette base. Le choix de la zone est affiné dans le cadre d'une étude de faisabilité et élaboré au cours des étapes de projet suivantes jusqu'à la définition de la zone d'approvisionnement.

Les indicateurs suivants sont le résultat de l'analyse de la zone:

- Densité de ligne: besoins annuels en chaleur par rapport à la longueur du tracé en MWh/km*a ou MWh/mt*a (mégawattheures par km ou m de tracé par année)
- Densité thermique ou densité de puissance: puissance thermique maximale par rapport à une zone en MW/km². Voir à ce sujet le chapitre 7 et le Guide de planification du chauffage à distance.

Choisir le type d'approvisionnement: approvisionnement à distance ou approvisionnement individuel.

Ne PAS prendre de décision trop tôt. La décision doit être justifiée.

L'esquisse d'une structure d'approvisionnement permet de se faire une idée des coûts d'approvisionnement.

Après l'esquisse: analyse de faisabilité permettant de vérifier si la solution est rentable.

Indicateurs les plus courants: densité de ligne, densité thermique, densité de puissance.

4.2.1 Zone de constructions nouvelles

Importance de la planification territoriale, des services de l'énergie et des plans directeurs de l'énergie.

Dans le cas de l'aménagement d'une nouvelle zone de construction, la planification territoriale est placée au premier plan. Des communes à partir d'une certaine taille disposent de services de l'énergie, qui élaborent des plans directeurs de l'énergie avec la planification territoriale. Les services de l'énergie et la planification territoriale coordonnent les intérêts et les exigences infrastructurelles et peuvent apporter leur aide aux personnes intéressées par un raccordement de zone (voir chapitre 3).

Une zone devant être totalement aménagée peut ainsi être pourvue d'un concept d'approvisionnement en énergie répondant à priori aux intérêts de la commune et des utilisateurs.

4.2.2 Nouvelle zone d'approvisionnement à raccorder

Importance des consommateurs clés et des gros consommateurs potentiels.

Il est recommandé d'identifier en premier lieu les consommateurs clés dans une nouvelle zone d'approvisionnement, c'est-à-dire les clients qui peuvent contribuer de manière significative à des ventes élevées d'énergie en raison de leur taille, leurs besoins énergétiques et la probabilité qu'ils se raccordent. Il convient ensuite d'identifier des clients potentiels de grande taille ou des zones présentant des besoins énergétiques élevés, qui semblent intéressantes en raison du potentiel de ventes.

Prise en compte de la structure de construction.

Après avoir identifié des consommateurs importants et de grande taille, la structure de construction de la zone considérée est analysée et les paramètres des besoins relatifs à la superficie sont déterminés.

4.2.3 Extension d'un approvisionnement existant

Contrôle des paramètres du réseau et plus particulièrement des températures du réseau.

S'il y a déjà une structure d'approvisionnement existante, on peut partir du principe que les paramètres du réseau et de l'approvisionnement du réseau existant peuvent être repris pour des extensions. Il est avantageux que la zone de l'extension comprenne principalement des clients auxquels des températures de réseau identiques ou plus basses conviennent. Une température de retour plus basse dans la zone de l'extension serait avantageuse. Ainsi, une augmentation des performances du réseau serait possible.

4.2.4 Densification de réseau

Les mesures de rénovation énergétiques entraînent des baisses de puissance de réseau à moyen terme dans un réseau d'approvisionnement. Ce faisant, des réserves de puissance peuvent être utilisées pour d'autres raccordements. La densification de réseau permet d'augmenter le taux de raccordement d'un réseau. Elle est encouragée par un marketing ciblé visant à pouvoir raccorder d'autres clients géographiquement proches du réseau existant.

4.2.5 Gestion des cas particuliers

Les cas particuliers ont par exemple les consommateurs, qui ont des exigences divergentes de celles du réseau standard en matière d'approvisionnement énergétique, telles que:

- Température d'amenée
- Température de retour non atteignable par le consommateur
- Exigences en termes de disponibilité

Un raccordement au réseau peut être convenu après un examen des mesures supplémentaires individuelles à mettre en œuvre.

Ainsi, un chauffage d'appoint individuel peut être plus économique qu'une augmentation de l'ensemble de la température d'amenée du réseau pour un consommateur individuel ayant besoin d'une température d'amenée plus élevée.

Une éventuelle baisse nécessaire de la température de retour côté consommateur requiert des mesures telles que:

- Adaptation hydraulique de l'installation domestique (soutien éventuel d'exploitants de chauffage à distance).
- Rénovation énergétique du consommateur dans le but de baisser la température de retour.
- Baisse active de la température de retour à l'aide d'une pompe à chaleur (voir les documents du programme «Réseaux thermiques» actuellement en cours d'élaboration).

La disponibilité nécessaire et le niveau de la sécurité d'approvisionnement d'un réseau de chauffage sont habituellement déterminés au début du projet après avoir eu connaissance des besoins des clients potentiels. Si un consommateur demande une disponibilité accrue, une solution individuelle peut lui être proposée, telle que:

- Fonctionnement en ilotage avec capacités de réserve (chaudière de réserve).
- Accord de délestage de charge pour le réseau (les consommateurs critiques tels que les hôpitaux, etc. reçoivent ainsi un approvisionnement en énergie prioritaire en cas de panne ou de ruptures d'approvisionnement).

Solutions particulières en cas d'exigences spécifiques.

Contrôle de la compatibilité du réseau.

Températures de réseau et disponibilité.

Équilibrage hydraulique.

Disponibilité et sécurité d'approvisionnement.

4.3 Influences sur les coûts d'exploitation

Le chapitre 4.3 aborde les influences des coûts d'exploitation, d'énergie et de transport sur la rentabilité d'un approvisionnement en chaleur / froid et donc sur les prix de la chaleur / du froid. Les influences sur les coûts de fonctionnement et de transport devraient être utilisées comme arguments appuyant les recommandations faites dans le dialogue avec des clients potentiels, notamment lorsque ces coûts sont influencés par le comportement des clients. Vous trouverez des informations plus détaillées sur le fonctionnement dans le chapitre 8.

Coûts de l'énergie

Les coûts de l'énergie dépendent du montant des pertes, du type de source et de la température du réseau.

Les coûts de l'énergie pour la chaleur à la source découlent des coûts de la chaleur, provenant p. ex. d'usines d'incinération des ordures ménagères ou d'installations de pompe à chaleur ou destinée à la couverture de pointe. Les exigences du client et le comportement des consommateurs peuvent influencer les coûts de l'énergie. Ainsi, les exigences envers les températures d'amenée et de retour, ainsi que la répartition temporelle des besoins en chaleur ont des répercussions sur les coûts de l'énergie. Des températures d'amenée et de retour basses entraînent de plus faibles pertes de puissance et engendrent un besoin réduit de chaleur à la source et donc des coûts d'énergie moins élevés.

L'énergie de pompage est spécifiquement faible.

Habituellement, les coûts de l'énergie de pompage sont spécifiquement faibles (l'énergie de pompage électrique représente env. 1% de la chaleur fournie).

Coûts du transport

Les coûts du transport résultent des investissements, des coûts de l'énergie et des pertes.

Les coûts du transport sont un critère approprié à la détermination du montant des coûts de revient de la chaleur / du froid. Les deux arguments importants pour réduire les coûts du transport sont:

- 1) Faibles investissements dans la mise en place de conduites
- 2) Faibles pertes de chaleur / froid

Les aspects suivants sont essentiels pour minimiser les coûts de transport de la chaleur / du froid:

Longueurs de tracé les plus faibles possible.

- Acheminement des conduites, longueur
- Section de conduites appropriée
- Norme d'exécution, isolation
- Débit de pompage adapté

La longueur totale de la conduite permettant d'approvisionner un ou plusieurs consommateurs doit être aussi courte que possible. Même si les restrictions spatiales doivent être prises en compte et que le raccordement entre plusieurs consommateurs nécessite un raccordement non rectiligne, une longueur minimale des conduites d'approvisionnement est un principe général qu'il convient d'appliquer. Cela implique également le fait d'éviter autant que possible les guidages parallèles de tracés. Les tracés en boucle en font également partie. Si ces tracés permettent d'obtenir une redondance pour des zones d'approvisionnement, les structures en boucle conduisent toutefois à des tracés d'approvisionnement plus longs.

La norme d'exécution pour les systèmes de conduites à distance est décisive pour la durée de vie de l'installation et donc pour le montant des coûts de transport.

Des pertes de chaleur / froid spécifiquement faibles résultent du respect de la norme et de la qualité de l'isolation ainsi que du fonctionnement. Les tracés, qui transfèrent des quantités de chaleur spécifiquement élevées pendant de longues durées de marche, présentent de plus faibles pertes de chaleur liées au transport de la chaleur.

La déperdition de chaleur annuelle d'un réseau avec une densité de raccordement ou une densité de ligne modérée génère des déperditions de chaleur de 10 % de la chaleur transmise.

**Minimiser les pertes de réseau.
Influence de la densité de raccordement sur les pertes de réseau.**

Le montant typique des coûts de transport et de distribution, ainsi que les grandeurs typiques de déperditions thermiques sont mentionnés dans le chapitre 7 Technique et rentabilité.

Les coûts de réparation, de maintenance et d'entretien de réseaux de distribution sont particulièrement bas dans des réseaux équipés de conduites dotées de tubes pré-isolés composites. Ils ont peu d'influence sur les coûts de fonctionnement et de transport.

4.4 Itération relative au choix de la zone

Le choix de la zone s'oriente en premier lieu vers les gros consommateurs principaux (consommateurs clés) ainsi que la densité de vente de chaleur et la densité de ligne probablement réalisables en MWh/mt (voir chapitre 4.2). Il en résulte une première sélection grossière de zone avec une zone centrale.

Les consommateurs clés et les gros consommateurs constituent le point de départ.

Le potentiel de vente de chaleur des zones adjacentes à la zone centrale est étudié dans une itération. Les zones sont ainsi évaluées selon des critères tels que la structure de construction et la densité de puissance ou de ligne présumée.

Point de départ pour la sélection de zone: zone centrale.

Lors d'une délimitation de zone, les zones présentant une densité de vente de chaleur et une densité de ligne suffisantes sont attribuées au périmètre retenu. L'itération comprend ainsi:

Délimitation et accent mis sur des zones appropriées.

1. Une étape portant sur les consommateurs clés.
2. Une étape portant sur les bâtiments publics ayant des besoins d'énergie élevés.
3. Une étape portant sur de gros consommateurs privés potentiels.
4. Une étape portant sur d'autres consommateurs situés à proximité d'un tracé présumé.

Lors de la dernière étape, il est recommandé de se limiter à l'intégration de consommateurs d'une puissance minimale de p. ex. 20 kW (pour les réseaux de chauffage). Les plus petits consommateurs ne devraient à priori pas être intégrés dans l'évaluation du potentiel de vente en raison d'une mise en place de conduites trop onéreuse. Les zones ayant une faible densité de puissance, telles que les lotissements de maisons individuelles, ne devraient si possible pas être intégrées dans le périmètre d'approvisionnement.

Puissance minimale pour les consommateurs en vue d'éviter des coûts de distribution élevés.

Les résultats de la rentabilité des tronçons de réseau considérés sont inclus dans l'itération de la sélection de la zone. A chaque étape de l'itération, les influences sur les coûts d'exploitation (chapitre 4.3) sont contrôlées, afin d'obtenir un résultat d'exploitation macro-économique optimal.

Résultat du périmètre de raccordement.

Coûts de chauffage compétitifs.

Le résultat de l'itération est un périmètre de raccordement prévu pendant la période de réalisation du projet. Le périmètre de raccordement comprend également des projets régionaux prévus ou planifiés ainsi que les résultats de la planification territoriale.

Après le calcul de la longueur du tracé nécessaire, la sélection de zone résultante permet d'obtenir une densité de ligne (MWh/mt). Il en résulte une valeur de référence pour les coûts de la chaleur (CHF/MWh). Ces derniers doivent être compétitifs dans la zone concernée selon les conditions actuelles du marché de la chaleur (comparaison avec le tarif du gaz ou des coûts du mazout, par exemple).

Il convient également de se reporter au paragraphe 6.2 du Guide de planification pour la sélection de la zone. Le processus permettant de choisir la zone est décrit en détail dans le paragraphe 6.2.1 «Étude préliminaire» avec des données quantitatives et des recommandations.

5. Marketing et clients

Résumé

Le chapitre 5 porte sur les clients d'énergie thermique fournie via des conduites. Il étudie leur importance et la manière dont ils influencent le succès de la structure d'approvisionnement centrale. Les clients sont des consommateurs de chaleur / froid au sein d'une aire, d'une zone artisanale ou d'un périmètre d'approvisionnement, d'un immeuble, mais également au sein d'un secteur, quartier, d'une commune, partie de commune ou d'une zone.

Le marketing et la gestion de la relation clientèle sont des facteurs de succès essentiels du chauffage / froid à distance. Pour ce faire, les ressources et connaissances correspondantes doivent être disponibles au sein d'une organisation commerciale. Le marketing pour l'approvisionnement d'énergie thermique commence dès la première idée du projet et fait partie intégrante de toutes les phases du projet. Nous exposerons ci-après les phases et activités du marketing, la gestion de la clientèle et le dialogue client.

Les intérêts du client sont axés sur un approvisionnement fiable et durable en énergie. D'autre part, il est important qu'il puisse comparer la rentabilité de l'approvisionnement en chaleur centrale avec l'approvisionnement individuel. L'intérêt du fournisseur est davantage orienté vers un retour sur investissement à long terme.

Le marketing est un facteur essentiel de réussite dans le cadre du chauffage à distance.

Le marketing commence dès la première idée de projet.

Comparabilité entre approvisionnement centralisé et décentralisé.

5.1 Consommateurs et clients

Les consommateurs d'énergie thermique sont les suivants:

- Clients privés, propriétaires de bâtiments résidentiels ayant un besoin en chauffage et en chaleur pour la préparation d'eau chaude potable.
- Représentants d'institutions publiques telles que des hôpitaux, des bâtiments administratifs, des écoles, etc.
- Responsables énergétiques et services d'achat d'entreprises.

Les différentes exigences posées envers la disponibilité et la sécurité d'approvisionnement, la livraison de chaleur / froid commutable ou même des besoins d'approvisionnement en chaleur / froid sécurisé pour des consommateurs tels que les hôpitaux sont individuelles et spécifiques à chaque client.

Tous les clients potentiels d'une structure d'approvisionnement nécessitent un approvisionnement adapté à leurs besoins individuels et un accord approprié sous la forme d'un contrat de livraison. Sa préparation et son suivi nécessitent une communication et beaucoup de soin.

Les clients constituent le fondement de chaque projet d'approvisionnement en chaleur et froid. Le fournisseur a pour tâche principale de fournir un service client satisfaisant dès le premier contact et durant toute la durée du contrat.

Les exigences posées envers la disponibilité sont spécifiques à chaque client.

Approvisionnement adapté à chaque client.

Les clients sont le fondement d'une structure d'approvisionnement.

5.2 Marketing adapté aux différentes phases du projet

1. Travaux de relations publiques
2. Campagne d'information
3. Premier contact
4. Identification de clients importants
5. Contact établi par une seule personne
6. Déclaration d'intention
7. Contrats établis avec des consommateurs clés
8. Identification constante d'autres clients

Les activités de marketing d'un projet d'approvisionnement centralisé en chaleur et en froid peuvent être grossièrement divisées comme suit dans le temps:

Idée du projet

- Identification et vérification des clients clés
- Évaluation de l'état des besoins

Étude préliminaire

- Premier contact avec les clients clés et les plus gros consommateurs
- Soutien apporté au développement du projet en ce qui concerne le choix de zone
- Développement du concept tarifaire
- Travaux de relations publiques adaptés aux différentes phases, campagne d'information

Phase de préprojet

- Détermination des intérêts des clients en vue de mettre en œuvre des déclarations d'intention destinées aux clients clés et aux gros clients, contact établi par la même personne si possible
- Sondages auprès des autres clients en vue de déterminer le potentiel de vente avec répartition temporelle (maintenant, plus tard)
- Fixation des tarifs pour les contrats
- Travail de relations publiques, campagne d'information

Phase de planification du projet (projet d'exécution)

- Les contrats avec les clients clés et les gros clients sont prêts
- Les statistiques de relevés des ventes dans la zone sélectionnée ont dépassé la valeur seuil
- Préparation des contrats avec tous les clients potentiels
- Information de tous les clients quant au déroulement du projet
- Information de l'opinion publique (séances d'information, explications relatives au projet, activités de médias)

Phase de réalisation

- Information des clients sur le déroulement du projet
- Contrats avec si possible toutes les personnes intéressées par un raccordement
- Identification d'autres consommateurs potentiels et prise de contact
- Travail de relations publiques (matériel d'information, panneaux sur les chantiers)

Après la clôture du projet

- Monitoring de la satisfaction clientèle
- Identification constante d'autres clients potentiels

5.3 Activités marketing

Premier contact avec des consommateurs potentiels.

Le premier contact avec un consommateur potentiel initie une relation, dont la qualité et l'entretien contribueront énormément au succès économique du projet. Le premier contact a une signification importante. A partir de ce moment-là, le fournisseur est tenu de fournir des informations correctes et continues au client. Le premier contact doit, si possible, être établi par la personne qui maintiendra aussi par la suite le contact avec le client.

Premier contact et autres contacts établis si possible par la même personne.

La communication avec le client doit être entretenue de manière proactive et régulière, p. ex. lors de la phase de développement du projet au moins une fois par an, ou après des phases importantes du projet. La présence du fournisseur sera ainsi soulignée. De plus, la communication proactive indique au client qu'il est estimé.

Maintien régulier du contact avec le client.

Soutien apporté au développement du projet

Le savoir-faire et la technologie ne sont pas des sujets de seconde importance. Le représentant marketing d'un fournisseur porte les idées du projet et les exécutions techniques de l'approvisionnement jusqu'au client.

UN interlocuteur pour le client. L'expertise joue un rôle important.

Dans la mesure où le client a généralement UN seul interlocuteur, ce dernier sera aussi confronté à des questions techniques. Il est donc conseillé au représentant du fournisseur de se familiariser avec les aspects techniques de l'approvisionnement afin de pouvoir se montrer compétent lors des entretiens clients et, d'autre part, participer de manière appropriée aux aspects techniques du développement du projet du fournisseur. Disposer de solides connaissances techniques aide à intégrer les influences sur les coûts d'exploitation (chapitre 4.3) lors de l'acquisition de clients.

Informations également destinées à un cercle élargi de personnes intéressées.

Outre les clients déjà identifiés, d'autres clients potentiels (voisins, riverains d'une zone) exigent une attention particulière et doivent être intégrés dans la planification du projet et le concept d'approvisionnement. Le processus d'approvisionnement en chauffage à distance prévu doit être expliqué à tous de manière détaillée.

Marketing chauffage à distance / froid à distance

Pour promouvoir le chauffage à distance / froid à distance, l'acceptation par la population joue un rôle primordial. Cela est facilité par:

- Un degré élevé de notoriété
- Une bonne image
- Une perception positive

**Degré de notoriété.
Image positive.
Perception positive.
Acceptation du chauffage à distance.**

Pour ce faire, des campagnes d'information, des activités de relations publiques, des Journées portes ouvertes ou encore le soutien politique sont des tâches importantes. Par ailleurs, le bouche-à-oreille est un très bon outil marketing (voir également le chapitre 3).

Concept de prix systématique et cohérent.

Concept tarifaire et concept de prix (voir chapitre 7)

Selon l'expérience de bon nombre de fournisseurs, il s'est avéré avantageux de concevoir un concept tarifaire / concept de prix facilement compréhensible et cohérent, c'est-à-dire homogène. Il faut éviter que des clients comparables bénéficient de tarifs de chauffage différents. Des différences peuvent être convenues dans des cas spécifiques justifiés, p. ex. pour des consommateurs possédant de longues lignes de raccordement domestique ou des consommateurs présentant des conditions de consommation extraordinaires.

Des adaptations tarifaires sont souvent convenues (tarifs en fonction de l'indice de prix du marché, etc.). Il est utile de s'orienter sur les sujets liés à l'exploitation (coûts de base de l'énergie à la source) et des indices de prix du marché compréhensibles. Mais il faut à tout prix éviter de se baser sur des indices volatiles, comme ceux des énergies fossiles (gaz, fuel).

Déclaration d'intention exprimant l'intérêt porté au raccordement.

Importance de la déclaration d'intention

Une déclaration d'intention (LOI = Letter of Intent) est la forme la plus souvent choisie pour fidéliser la clientèle au cours de la phase précédant la réalisation du projet. Pour ce faire, il est généralement convenu qu'un accord d'achat est envisagé jusqu'à une limite maximale de coûts de chaleur dans le cadre de la fixation des prix. La déclaration d'intention débouche ainsi sur un contrat de livraison. Les clauses de retrait imprécises ou non définies, qui permettraient aux deux parties de se retirer facilement de la déclaration d'intention, sont problématiques du point de vue juridique. Néanmoins, la forme de la déclaration d'intention, même comme engagement moral, a fait ses preuves dans le domaine de l'approvisionnement.

Contrat de fourniture de chaleur et conditions techniques de raccordement.

Élaboration du contrat

Les devoirs et les tâches de l'exploitant de chauffage à distance et du consommateur de chauffage / froid, ainsi que les accords relatifs aux coûts et aux tarifs sont réglementés dans un contrat de fourniture de chaleur. Généralement, les conditions techniques de raccordement (CTR) font partie intégrante du contrat.

Contenu des CTR.

Les détails techniques et contractuels de l'installation et de l'exploitation d'une installation visant à utiliser du chauffage à distance sont définis dans les CTR. Les détails techniques sont les réglementations d'exécution de la station de transfert et des installations domestiques. Les paramètres d'exploitation tels que les températures, les pressions, les matières premières, la qualité de l'eau, les dispositifs de sécurité et les règles d'exploitation et de maintenance en font partie. Les interfaces entre les exploitants de chauffage à distance et l'installation des consommateurs sont également définies dans ce document. Les CTR sont généralement élaborées pour l'ensemble de l'installation de chauffage à distance et pour toutes les installations de chauffage à distance d'un fournisseur.

Modèles de contrats types, modèle de CTR.

L'élaboration d'un contrat de fourniture de chaleur, notamment d'un premier modèle de contrat, et des CTR requièrent des connaissances techniques correspondantes et devrait être abordée avec une assistance juridique. Des modèles de contrat type ou des ébauches de contrat et de CTR sont disponibles sur demande auprès de l'Association suisse du chauffage à distance.

5.4 Dialogue avec le client

Le dialogue avec le client fait partie du marketing et comprend dans tous les cas:

- Une correspondance minutieuse et structurée avec le client.

Les instruments permettant d'entretenir le dialogue avec le client sont les suivants:

Instruments.

- Interlocuteur facilement joignable par téléphone, adresse, e-mail, etc.
- Site Internet du fournisseur pour information, avec les coordonnées de contact.
- Magazines d'information sur l'approvisionnement en énergie.
- Séances d'information

Les supports de travail permettant d'entretenir le dialogue avec le client sont les suivants:

Données clients.

- Données client contenant des informations sur tous les échanges et les accords convenus.
- Organisation du fournisseur pour livrer au client en temps voulu le matériel et les informations nécessaires.
- Organigramme du fournisseur présentant clairement les responsables et les suppléants.

Des réunions d'information devront être organisées lorsque de nouvelles zones seront raccordées, afin d'informer des clients potentiels et des personnes intéressées sur le projet et susciter l'intérêt vis-à-vis de ce type de raccordement. L'objectif de ces manifestations est aussi de souligner l'intérêt du fournisseur pour la mise en œuvre du projet et d'expliquer les aspects régionaux, écologiques et sociaux du projet. Ces informations doivent également permettre de stimuler le discours public sur ce type de raccordement.

Séances d'information.

Dialogue avec le client: un dialogue commence entre le fournisseur et les clients dès le début d'un projet de réseau. Ce dialogue ne doit jamais s'interrompre. Il doit si possible être établi entre le client et un employé du fournisseur, afin de développer une relation de confiance fiable.

Rapport de confiance entre le fournisseur et le client.

5.5 Données des clients

La gestion des données clients est un instrument marketing important. Ces données doivent être gérées de manière transparente et claire dans l'organisation de vente du fournisseur. Les structures d'approvisionnement sont généralement conçues pour une longue période. Les contrats de fourniture sont souscrits pour une durée allant de 20 à 30 ans. Par conséquent, les données clients gérées et l'aperçu des informations clés de chaque client doivent être mis à jour afin de rester un instrument fiable, même si le personnel change au sein de l'organisation du fournisseur.

Informations dans les données clients.

Les données clients peuvent être gérées dans des fichiers Excel ou des bases de données et devraient au moins contenir les informations suivantes:

- Identification de l'objet / numéro d'objet ou numéro client
- Nom de l'objet / nom du client
- Personne de contact
- Dernier contact
- Prochain contact prévu
- Puissance / puissance de raccordement convenue
- Date de mise en service
- Numéros de compteur d'énergie thermique
- Données d'étalonnage du compteur d'énergie thermique
- Quantité consommée durant la période de facturation
- Date de lecture / date de saisie
- Remarques / accords particuliers (évent. lien vers une feuille annexe individuelle)

Les liens entre le numéro d'objet / de client et les adresses, les adresses de contact, les numéros de contrat et les contrats archivés, ainsi que les particularités techniques de l'installation ne doivent pas être gérés dans le fichier client, afin de garantir sa clarté.

Le contrôle périodique des données clients est soumis au devoir de diligence du fournisseur.

5.6 Point de vue du client

Orientation du client sur le produit.

Tandis que le fournisseur de chaleur et la personne ayant investi dans un approvisionnement en chaleur ne perdent pas de vue le succès économique de l'ensemble de l'exploitation, le client / consommateur d'énergie se concentre plutôt sur le produit. Le produit énergétique (chaleur, froid) devrait présenter les caractéristiques suivantes:

Critères importants pour le client: prix compétitifs, raccordement sécurisé, planifiable à long terme.

- être concurrentiel par rapport aux produits alternatifs
- correspondre aux jalons qualitatifs (label, écologie, durable)
- être disponible, sécurisé et fiable
- être planifiable sur le long terme
- être utilisable de manière flexible en cas d'évolution des besoins (augmentation des besoins en cas de travaux d'extension, diminution des besoins en cas de rénovation de bâtiments avec isolation thermique)

Priorités de l'évaluation du produit: coûts, qualité, label.

Ce faisant, la compétitivité du produit est évaluée différemment selon le client. Tandis qu'un client privé est généralement attentif au prix, un client particulier ou du secteur public peut davantage évaluer les caractéristiques qualitatives du produit, telles que l'écologie ou la diminution des émissions de CO₂. Il est parfois également disposé à payer un prix plus élevé pour l'énergie.

Pour répondre aux exigences et aux besoins des clients, le fournisseur est tenu de soigner les caractéristiques de son produit (chaleur, froid) et d'en informer la clientèle. Outre les caractéristiques mentionnées, les fournisseurs d'approvisionnements d'énergie centralisés peuvent argumenter comme suit:

- Réduction de la pollution environnementale grâce à une technologie centralisée et à faible émission
- Investissement minimal par le client
- Création de valeur régionale / locale
- Gestion professionnelle de l'exploitation
- Coûts de l'énergie conformes à la consommation
- Gain de place (il n'est pas nécessaire de posséder son propre chauffage)
- Pas de travaux de maintenance / révisions / mesures de gaz d'échappement
- Pas de «contrat prison»: variations de prix limitées grâce à une fixation équilibrée du prix

Arguments en faveur d'un approvisionnement centralisé.

Par ailleurs, le fournisseur est tenu d'expliquer les aspects importants de la «technologie d'approvisionnement en énergie centralisée», qui conduisent à un approvisionnement efficient, économique et satisfaisant du client en énergie. Cela inclut également les thèmes suivants:

Explication de la technologie d'approvisionnement centralisé.

- Différence de température (signification pour le client et le fournisseur)
- Smart metering, transmission de données (fonctionnement anticipatif et adapté de l'installation)
- Importance de la qualité de l'eau des circuits primaire et secondaire

Les questions du client sur le produit et le contrat doivent pouvoir être traitées rapidement et de manière compétente par le fournisseur (voir également le chapitre 5.4 Dialogue avec le client).

6. Déroulement du projet

Résumé

En Suisse, le déroulement des projets est traité selon les normes SIA 103 (ouvrages) et 108 (installations électromécaniques). Ces normes sont pertinentes et ont fait leurs preuves pour les installations reposant sur la décision de réalisation (p. ex. égouts, approvisionnement en eau, écoles, etc.).

Les systèmes de chauffage de proximité et à distance / froid à distance sont confrontés à la concurrence du marché, c'est pourquoi les travaux d'ingénierie basés sur une idée de projet constituent dans un premier temps un risque en termes de coûts. Généralement, la décision de construire un réseau n'est prise que si l'idée de projet s'avère rentable et compétitive sur le marché de l'énergie.

Le chapitre se consacre à cette thématique et fait une distinction entre «phase de risque» et «phase de projet». Nous expliquons comment traiter la phase de risque à moindres frais. Pour ce faire, des bases décisionnelles pour une «phase de réalisation» ultérieure du projet de chauffage à distance sont élaborées.

Le flux du projet (chapitre 6.4) montre comment procéder de manière optimisée en termes de délai et quelle part de coûts globale doit être attribuée à la «phase de risque».

Le chapitre 6.5 aborde les travaux de relations publiques, le marketing et le dialogue avec les clients. Il s'agit de tâches prioritaires pour le donneur d'ordre, car elles contribuent largement au succès d'un projet de chaleur / froid.

6.1 Aperçu

Les projets de chauffage de proximité et à distance sont confrontés à la concurrence du marché et nécessitent un déroulement de projet spécifique.

Le système global de chauffage à distance / froid à distance comprend les installations de production de chaleur / froid, le réseau de distribution et les installations de transfert chez le client.

Le guide de planification met l'accent sur les mises en œuvre de réseau de distribution et traite principalement des rapports techniques et économiques.

Les informations contenues dans le présent guide concernent le système global, traitent d'aspects techniques (pour des soucis de clarté) et abordent de manière approfondie les tâches non techniques.

Le chapitre 6 du guide de planification porte également sur le déroulement du projet axé sur les normes valables dans l'espace germanophone (Suisse, Allemagne, Autriche). Ces processus ont été développés de manière universelle et sont surtout appliqués lorsqu'il y a intention de réaliser un objet (p. ex. école, route, approvisionnement en eau). Néanmoins, le développement de réseaux de chaleur / froid fonctionne de manière totalement différente; il convient d'abord de vérifier si un projet peut être mis en œuvre selon les conditions du marché. Il est par conséquent pertinent de différencier la phase de risque de la phase de réalisation durant la période de planification.

Phase de risque

Elle comprend les clarifications faites depuis l'idée de construire un réseau jusqu'à son mûrissement afin de réduire le risque d'une interruption de projet à un niveau normal (p. ex. à cause d'un manque d'intérêt de la part des clients ou de la non-rentabilité du projet).

Phase de réalisation

La phase de réalisation correspond à la période allant de la décision de projet à la mise en service. Elle doit être à nouveau divisée en phase de préparation et phase de construction, afin que la sécurité des coûts puisse être vérifiée selon le businessplan avant la validation des travaux. Le présent chapitre fournit des indications sur l'aspect d'un déroulement de projet spécifique aux installations de chauffage à distance / froid à distance. Ces recommandations ont été compilées grâce à la longue expérience pratique de l'auteur.

6.2 Clarification avant le début de projet

Les thèmes clés mentionnés ci-après doivent être clarifiés avec le planificateur mandaté avant le début du projet.

Lutter contre les préjugés portant sur la non-faisabilité du projet de la manière suivante:

- Ne pas surestimer les pertes d'électricité générées par le système d'extraction de chaleur
- Les communes associées paient pour la/les commune(s) ayant un réseau de chauffage à distance
- Pas de conduite trop longue en raison de la déperdition de chaleur

Déclencher ou prendre des décisions préliminaires:

- Ampleur technique du travail (étude ou projet)
- Marketing (qui, quand, durée)
- Financement (fonds propres, financement extérieur, contracting)
- Entité responsable (interaction avec le financement)
- Partenariat éventuel sur le marché de la chaleur (p. ex. fournisseur d'énergie local)

Recommandations techniques et économiques:

- Déterminer les principaux facteurs pertinents en matière de prix
- Rechercher un concept sur des coûts de chaleur minimaux
- Définir de manière structurelle le modèle tarifaire et le modèle de financement
- Preuve de rentabilité (définir des jalons)

6.3 Domaines de compétences

Les composants essentiels contribuant à la réussite du développement d'un réseau de chaleur / froid sont les suivants:

- Mix optimal d'énergie et de combustibles par rapport à l'installation individuelle
- Marketing anticipé accompagnant le projet
- Zone d'approvisionnement optimisée en termes de coûts
- Acquisition active de clients et bon suivi de la clientèle

Dans un premier temps, la technologie joue un rôle secondaire, car la technologie est éprouvée et n'a plus qu'à être appliquée. Par ailleurs, des planificateurs expérimentés ont suffisamment de valeurs caractéristiques dans leur portefeuille de projet pouvant être intégrées «gratuitement» dans le traitement de la phase de risque (coûts de projet réduits, profondeur suffisante).

Les donneurs d'ordre / investisseurs ne doivent pas uniquement se concentrer sur l'aspect technique lors de la passation des commandes de planification.

La figure 6-1 expose les domaines thématiques habituels d'un projet de réseau de chaleur / froid.

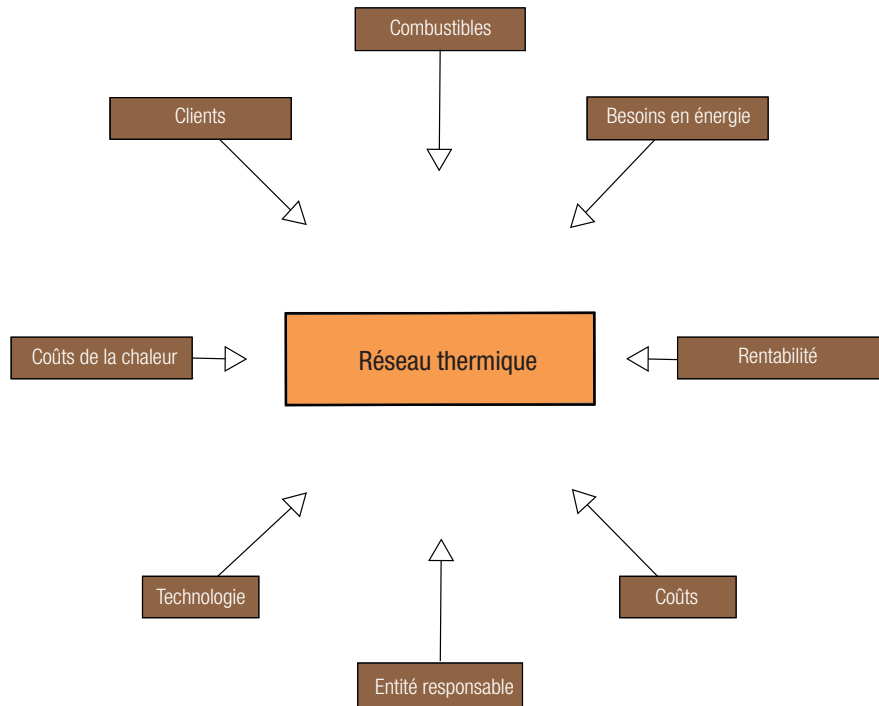


Figure 6-1 Domaines thématiques d'un réseau de chaleur / froid

Voici quelques informations relatives aux domaines thématiques mentionnés dans la figure 6-1:

Combustibles

Nous allons expliciter cette tâche à l'aide d'un producteur de chaleur avec copeaux de bois (figure 6-2):

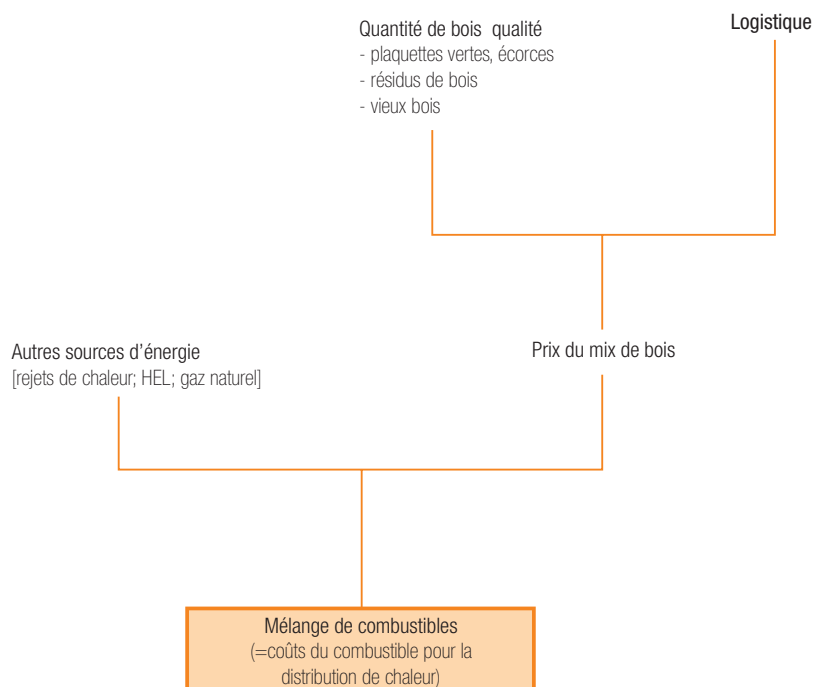


Figure 6-2 Comment réaliser un mélange de combustibles (installation à copeaux de bois)

Besoins en énergie

Le chapitre 7 aborde plus en détail la détermination de la demande énergétique et de la demande de puissance. Une séparation selon les besoins de température des clients est à priori recommandée. Ainsi, les besoins des consommateurs à basse température (p. ex. climatisations situées dans de grands immeubles) peuvent être couverts par d'autres techniques lors de la production de chaleur (p. ex. pompes à chaleur).

Il convient d'apporter un soin particulier à la détermination de la zone d'approvisionnement. Le chapitre 4 montre comment y parvenir. Lors de l'avancement du projet, l'analyse du projet ne peut avoir lieu qu'au sein de la zone d'approvisionnement. Il a été constaté à plusieurs reprises que les besoins en énergie d'une commune étaient relevés de manière non ciblée et que les données techniques et économiques du projet se référaient à une zone d'approvisionnement déterminée après coup. Conséquence:

- Il n'y pas assez de consommation dans la zone d'approvisionnement et le dimensionnement de l'installation de production est trop grand.
- Les coûts de développement du réseau, permettant d'alimenter toutes les personnes intéressées, explosent.

Coûts / rentabilité

Par «coûts / rentabilité», nous entendons ici les investissements dans l'installation globale, tous les éléments des coûts annuels, les coûts de revient spécifiques de la chaleur et la comparaison entre les coûts de chaleur et les prix du marché ainsi que des calculs de sensibilité.

Le chapitre 7 aborde ce thème de manière approfondie. Nous n'illustrerons ici que deux méthodes différentes (Figure 6-3).

Le graphique 6-3 expose le modèle statique à droite et le modèle dynamique à gauche. Une itération peut avoir lieu dans les deux modèles, si les coûts de revient de la chaleur sont trop élevés ou trop bas par rapport au benchmark.

Le modèle statique est élaboré pour l'objectif de production visé et suffit, dans la plupart des cas, pour prendre une décision relative au projet à la fin de la phase de risque. Selon la technologie de production de chaleur, les coûts de chauffage à distance / froid à distance dépassent plus ou moins fortement le niveau de comparaison gaz naturel, mazout ou pompe à chaleur. L'expérience a montré que les clients chaleur / froid sont tout à fait disposés à payer un peu plus cher pour un approvisionnement en chaleur / froid respectueux de l'environnement. Plus les émissions de CO₂ sont réduites et plus le concept de chauffage à distance / froid à distance convainc le client final.

Dans le cas particulier où le développement du réseau va prendre énormément de temps (p. ex. en raison de l'intégration de zones de construction ou d'un réseau très étendu), il convient de choisir le modèle dynamique, car les investissements et les coûts d'exploitation doivent être calculés par rapport aux étapes de développement.

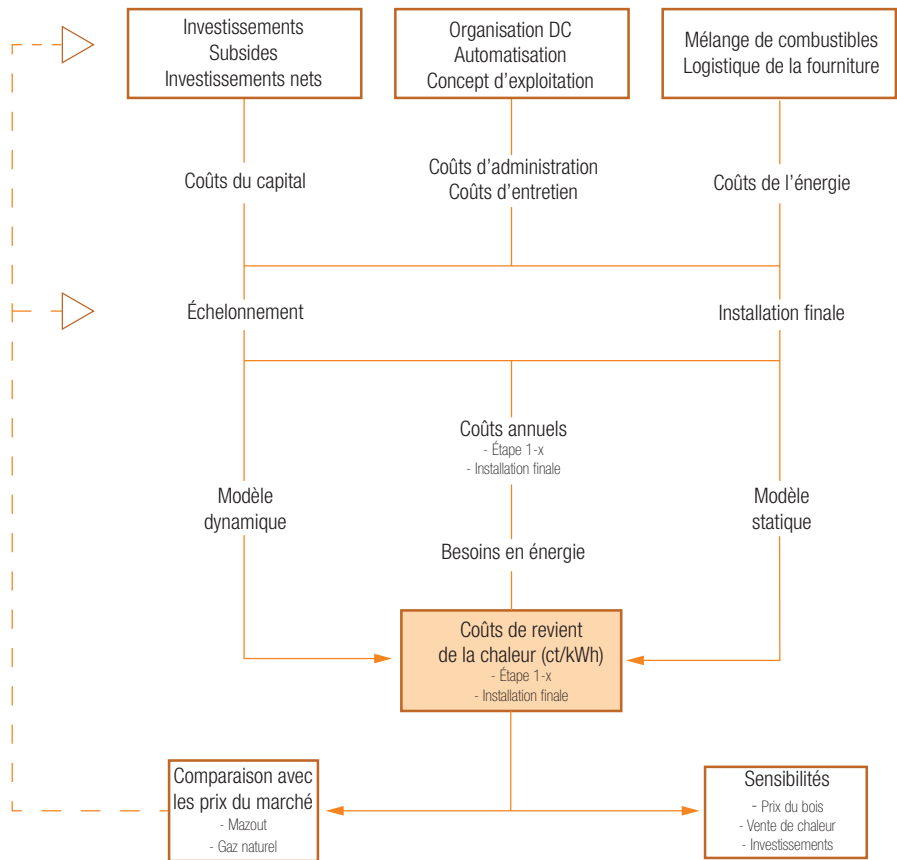


Figure 6-3 Modèle de coûts de revient de la chaleur

Pour les études de rentabilité, des outils de calcul sont utilisés, notamment pour les projets de grande ampleur. Le résultat réside en un compte de pertes et profits prévisionnel (business plan). La figure 6-4 montre le déroulement du calcul sous forme schématique.

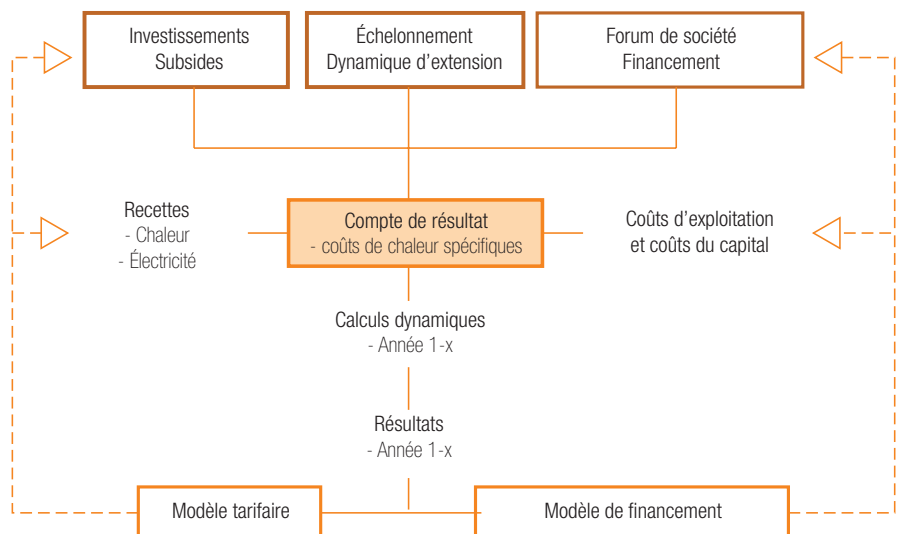


Figure 6-4 Compte de pertes et profits prévisionnel / business plan

Le compte de pertes et profits prévisionnel se base sur les éléments du projet figurant sur la ligne supérieure, le flux de trésorerie annuel est composé des dépenses (coûts d'exploitation et annuités) et des recettes (vente de chaleur, taxes de raccordement et éventuellement vente d'électricité). Les résultats peuvent être modifiés via des itérations et deux «paramètres de réglage». Il s'agit du modèle de financement (côté dépenses) et du modèle de tarif (côté recettes). L'itération est effectuée jusqu'à ce que le modèle tarifaire soit satisfaisant dans le benchmark.

Entité responsable

La question de l'entité responsable est abordée en détail dans le chapitre 7. A cette occasion, il convient uniquement de mentionner la possibilité d'opter pour un outsourcing. Une entreprise de contracting est sélectionnée à la fin de la phase de risque sur la base des clarifications de l'avant-projet et des décisions préalables (procédure de gré à gré ou sur concours). Ainsi, la suite de l'étude de projet et la réalisation (exploitation incluse) sont déléguées au contracteur (Figure 6-6). Ce dernier est également intéressé dans son propre intérêt par une forte acquisition de clients de chaleur / froid. Cette forme de développement convient plus particulièrement aux particuliers (p. ex. coopératives d'habitation) et communes, qui ne sont pas équipés pour une exploitation de chauffage à distance / froid à distance (cf. chapitre 8) aussi bien sur le plan du personnel que des compétences techniques.

Technologie

Ce domaine est traité en détail dans le chapitre 7 avec des références bibliographiques approfondies.

Clients chaleur / froid

Ce domaine de compétences est généralement sous-estimé, car il n'est envisagé que d'un point de vue technique. Mais les clients constituent le socle du projet. Acquérir de nouveaux clients et les suivre de manière durable et satisfaisante est une mission essentielle, qui commence avant le travail de projet proprement dit et ne s'achève qu'à l'installation finale. Les nouveaux clients (densification de réseau) sont également importants pour compenser le recul de la demande de besoins en chaleur (constructions Minergie, mesures d'isolation sur les bâtiments anciens, changement climatique).

Une communication active avec le client doit être garantie pendant toute la durée du contrat client. L'objectif est d'obtenir des références clients actives, qui constituent une publicité gratuite.

6.4 Flux du projet

Ce chapitre décrit un flux de projet, qui s'est révélé très efficace dans la pratique pour des réseaux de chaleur / froid. La figure 6-5 montre un déroulement de projet, de l'idée à l'optimisation de l'installation durant la phase d'exploitation. A gauche sont mentionnées les charges financières de chaque étape par rapport aux investissements réalisés dans l'installation finale du réseau. A droite figure le temps de travail prévu pour chaque étape. L'évaluation des coûts et de la charge de travail se fonde sur un projet moyen bois-énergie doté d'une somme d'investissement d'env. CHF 3 millions. Les coûts et les indications temporelles peuvent différer d'un projet à l'autre. Il convient uniquement de démontrer qu'il vaut la peine de décider rapidement et simplement durant la phase à risque; pour ce faire, une modeste part de moins de 2% de l'investissement est nécessaire. Les 3 activités supérieures représentent la phase à risque dans la figure 6-5.

La phase à risque peut être expliquée ainsi: tous ceux qui apportent une idée de projet peuvent initier un projet. Il s'agit généralement du planificateur ou d'investisseurs à la recherche de capitaux-investissements ou de maîtres d'ouvrage. Dans la plupart des cas, la faisabilité (p. ex. intérêt suffisant de la part des clients et/ou rentabilité) est encore très incertaine à ce moment-là. Il est possible (cf. guide de planification, chapitre 6) de confier un ordre de planification selon les normes en vigueur (SIA, KBOB). Mais on parvient plus rapidement (et plus économiquement) au but selon la Figure 6-5.

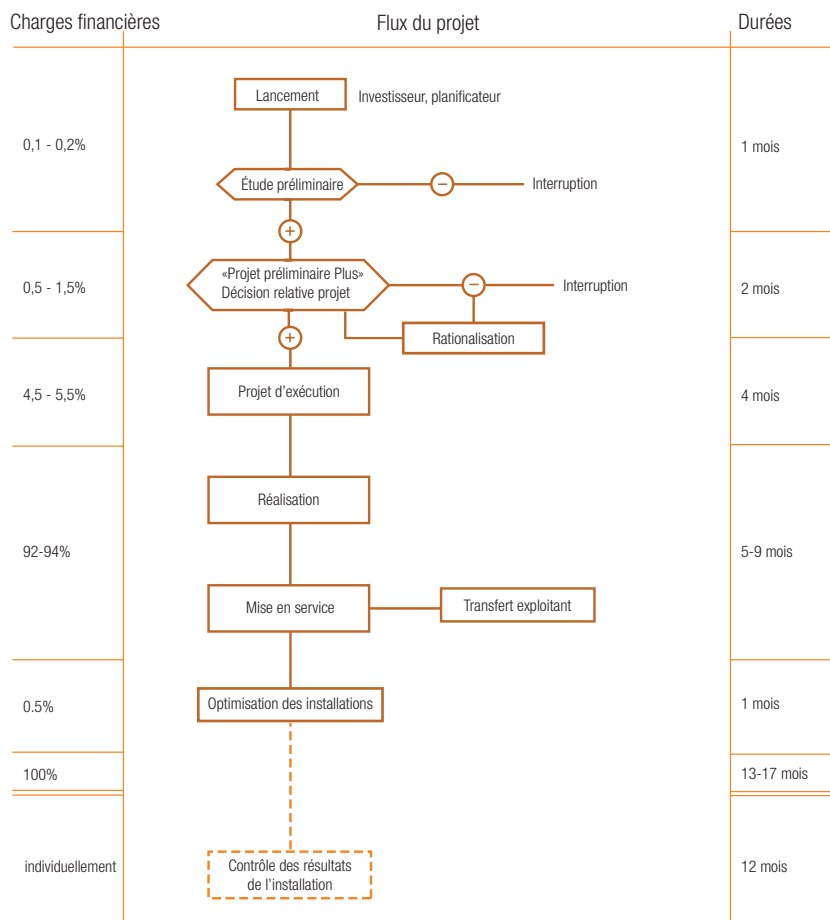


Figure 6-5 Flux du projet

En cas de besoin, une itération permettant de rationaliser le projet peut être réalisée à l'étape «projet préliminaire».

Certains termes de la figure 6-5 sont expliqués ci-après:

«initier» signifie formuler une idée de projet (à l'oral, à l'écrit). On se concentre ici uniquement sur la situation initiale et l'objectif du projet.

Un «projet préliminaire» englobe l'idée du projet un peu plus concrètement et montre à l'aide de plans ou de tableaux les premières étapes du projet, mais de manière encore très provisoire et incertaine en matière de coûts.

Un «projet préliminaire – plus» est techniquement un projet préliminaire dans le sens de la définition SIA, affichant toutefois une précision d'env. 15% en matière de coût. Il se situe donc entre le projet préliminaire et le projet de construction. Une décision relative au projet peut ensuite être prise sur cette base.

Une autre possibilité est de rationaliser les schémas décisionnels, voir la Figure 6-6:

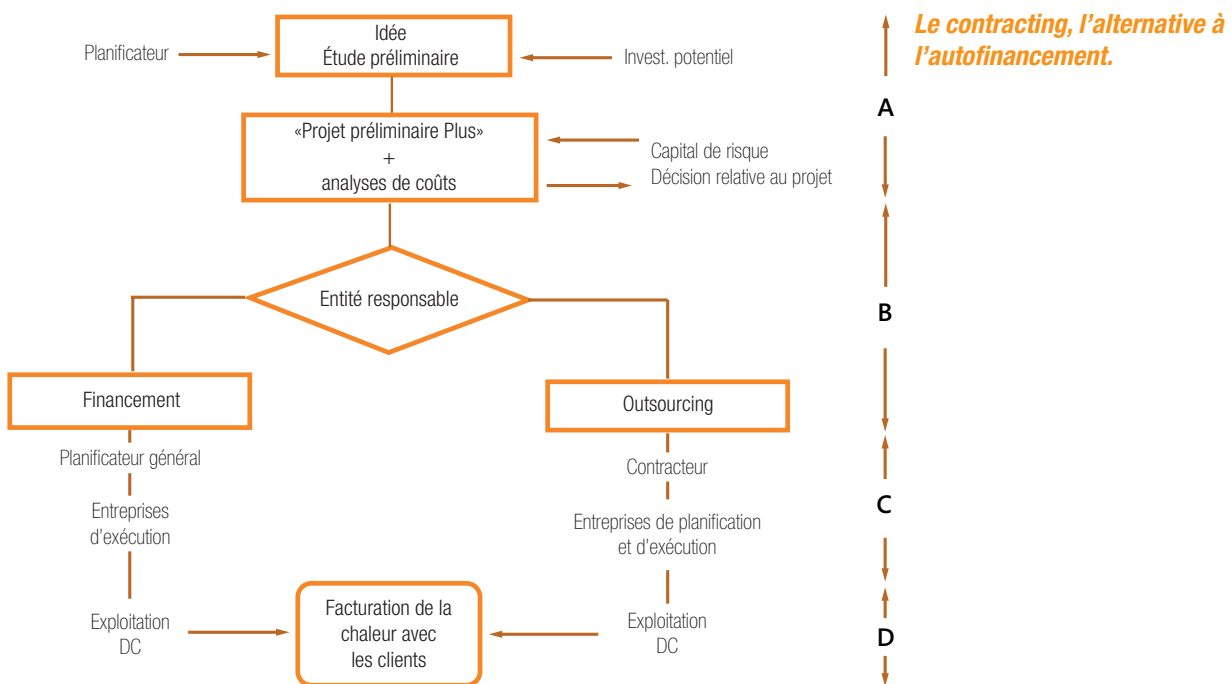


Figure 6-6 Autofinancement ou contracting

Les activités de la Fig. 6-6 sont caractérisées par des lettres allant de A à D, qui signifient:

A - Phase de risque

A partir de l'idée de projet, un «projet préliminaire – Plus» sert de base à la décision relative au projet. Dans la mesure où l'idée de projet peut se révéler non faisable (car non rentable, par exemple) et sera rejetée à cette étape, les coûts encourus jusque-là doivent être considérés comme étant un capital de risque.

B - Décision de l'entité responsable

Après une décision positive, il convient de répondre à la question de l'entité responsable. Il faut se demander si le projet doit être autofinancé et mis en œuvre ou si un outsourcing du réseau de chaleur / froid ne constitue pas une meilleure solution. Des contracteurs peuvent être directement interrogés ou déterminés à l'aide d'un appel d'offres de contracting. Dans ce domaine, l'Association suisse du chauffage à distance (ASCAD) peut être consultée à des fins de conseil.

C - Phase de réalisation

La Figure 6-6 représente à gauche la conséquence d'une mise en œuvre conventionnelle d'autofinancement et à droite celle d'un contracting.

D - Exploitation

Les deux méthodes aboutissent à la phase d'exploitation et sont équivalentes pour les clients, car l'acquisition de clients de chaleur avec les contrats contractuel (tarif de chaleur, contrat de fourniture) a eu lieu dans la phase C.

Les clients doivent être également suivis lors de la phase de mise en service et d'autres clients doivent être trouvés, afin que le stade de l'installation finale du réseau soit rapidement atteint. Le fait de savoir si le contracteur ou une organisation propre est le meilleur choix doit être considéré dans la phase B lors de la décision portant sur l'entité responsable du projet.

6.5 Aspects importants des projets de chauffage à distance / froid à distance

Tâches centrales du donneur d'ordre à chaque projet de chauffage à distance / froid à distance.

Dans le passé, nous avons pu observer dans de nombreux déroulements de projet que les aspects non techniques n'étaient pas suffisamment pris en compte lors de la planification. Espérer trouver suffisamment de clients par mimétisme avec le temps peut être un espoir justifié, mais l'espoir ne permet pas de rendre l'exploitation financièrement rentable. Pour la rentabilité, le seul point déterminant est de savoir combien de chaleur par mètre linéaire de conduite de chauffage à distance pourra être vendue à un moment donné. Un autre élément a également une influence importante sur les comptes: la rapidité à laquelle le réseau peut être pleinement exploité, afin que la période financière délicate à traverser jusqu'à l'installation finale soit la plus courte possible et que les pertes pratiquement inévitables au début n'accablent pas le compte d'exploitation tout au long de la durée de vie de l'exploitation. Les principales activités non techniques sont abordées ci-après:

Travaux de relations publiques

Cette activité crée les conditions favorables à la réalisation d'une installation de réseau de chaleur / froid. L'acceptation générale d'un chauffage à distance peut être fortement améliorée grâce à une information complète et systématique. Cela vaut en particulier pour le froid à distance, car il est très peu répandu et reste méconnu du plus grand nombre. La valeur de la sensibilisation générale à ce thème ne sera jamais assez soulignée. En prélude à la formation de la volonté, les travaux de relations publiques sont importants: ils constituent un élément essentiel de la volonté de se raccorder à un réseau. Enfin, la rentabilité d'un réseau est généralement jugée à la qualité du marketing et pas uniquement sur la base de solutions techniquement convaincantes. Celles-ci n'intéressent pas le client moyen. Il veut surtout obtenir de la chaleur (ou du froid) à des conditions acceptables et avec une fiabilité élevée (voir le chapitre 5).

Marketing

Le marketing est absolument crucial pour les aspects financiers ultérieurs d'un projet. C'est pourquoi les gestionnaires techniques ne conviennent pas au marketing, à moins que les responsables de projet puissent justifier d'acquisitions de chaleur/froid réussies. Dans la plupart des cas, il est préférable de constituer une équipe marketing. Ici, le talent pour la vente et la proximité avec la clientèle passent avant les diplômes techniques. Les membres de la commission énergétique d'une commune ou autre et les personnes généralement assignées sur place par le maître d'ouvrage peuvent fournir un excellent travail dans ce domaine.

Mais le marketing commence bien plus tôt que la «gestion» des clients potentiels destinée à la souscription de nouveaux contrats.

Une politique informatique ouverte à chaque stade de la préparation décisionnelle / prise de décision doit d'abord cultiver le terrain, afin que les différentes plantes (souscriptions de clients) puissent pousser correctement. Ce travail de sensibilisation préparatoire ne peut pas être effectué uniquement par les autorités politiques (dans le cas d'un réseau public), l'entité responsable généralement non spécialisée ou le planificateur. Il est également nécessaire de faire appel à un professionnel de l'information, qui traite les activités de relations publiques et donc de vente nécessaires à chaque phase du projet selon un concept global convaincant (voir chapitre 5).

Dialogue avec le client

Le dialogue avec le client joue un rôle central au sein du marketing. Par «dialogue avec le client», nous entendons tous les contacts avec des clients potentiels, ainsi que réels. La création d'un sentiment d'appartenance à une communauté demeure l'objectif principal de ce dialogue.

Il s'est avéré avantageux d'attribuer toujours la même personne à des adresses de clients données dans le domaine de l'acquisition. De cette manière, un rapport de confiance s'établit, constituant la base de chaque souscription de contrat.

Dans un premier temps, le client ne doit être orienté que vers le projet. La souscription de contrat à proprement parler ne sera envisagée que dans une phase ultérieure. Le client doit impérativement continuer à bénéficier d'un suivi après la souscription du contrat et pendant la phase d'exploitation ultérieure (voir chapitre 5).

7. Technique et rentabilité

Résumé

Le chapitre offre un aperçu des bases techniques et économiques du chauffage à distance. Il balaye ainsi tous les thèmes, de la production de chaleur à la restitution de chaleur chez le client, en passant par la distribution du chauffage à distance. En raison de l'immense diversité de ces thèmes, le présent guide n'offre qu'un aperçu sommaire. Pour obtenir des éclaircissements plus poussés, nous vous recommandons instamment de consulter des bureaux d'ingénieurs spécialisés ou de vous référer à la littérature spécialisée.

7.1 Vente de chaleur, demande énergétique et demande de puissance

Thèmes importants

Chaleur industrielle et chaleur de confort

La chaleur de confort désigne les besoins en chaleur pour chauffer des bâtiments et produire de l'eau chaude sanitaire. Les besoins fluctuent en fonction des températures extérieures et des variations saisonnières. Ils sont faibles en été. La chaleur de confort est généralement requise dans une plage de températures allant de 45 °C à 75 °C.

La chaleur industrielle désigne les besoins en chaleur de l'industrie et de l'artisanat pour chauffer des processus de production. Contrairement à la chaleur de confort, ces besoins en chaleur ne sont pas associés aux conditions météorologiques ou au climat. Les besoins sont même souvent élevés durant l'été. Les consommateurs de chaleur industrielle sont des consommateurs généralement très intéressants pour la rentabilisation d'un réseau de chauffage à distance.

Le niveau de température des besoins en chaleur industrielle peut être de 60 °C à 130 °C et même atteindre 180 °C.

Nombre d'heures à pleine charge annuelles

Le nombre d'heures à pleine charge correspond au rapport entre la consommation annuelle de chaleur et la puissance maximale requise:

$$\text{Heures à pleine charge} = \frac{\text{consommation de chaleur annuelle}}{\text{consommation de puissance maximale}}$$

Plus le nombre d'heures à pleine charge est élevé, plus la consommation de chaleur est équilibrée ou homogène.

Ordres de grandeur typiques du nombre d'heures à pleine charge:

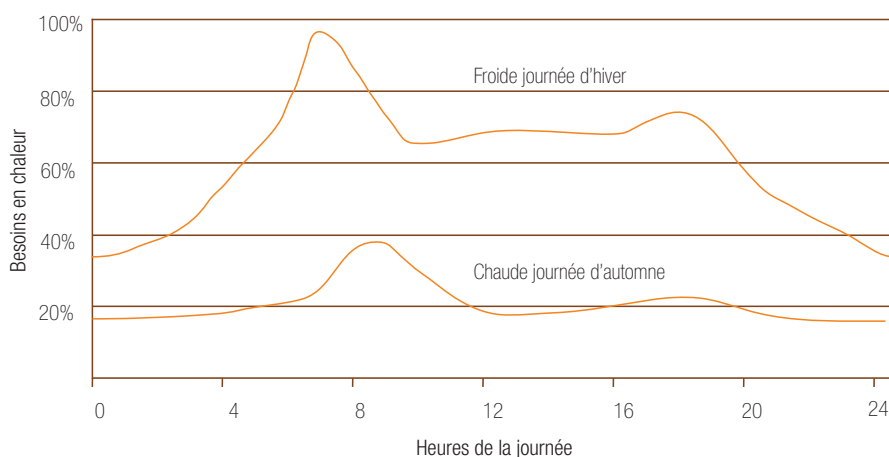
Logement avec eau chaude sanitaire	2'000 h/a
École, bâtiments administratifs	1'700 h/a
Maisons de retraite, hôpitaux	2'200 h/a
Industrie	individuelles

Les consommateurs de chaleur industrielle sont très intéressants pour les réseaux de chauffage à distance, car ils ont également besoin de chaleur en dehors de la période de chauffage.

Courbe de charge journalière

La courbe de charge journalière illustre la variation de la consommation de chaleur au cours de la journée

Les pics de charge peuvent être absorbés avec des accumulateurs ou des chaudières de charge de pointe.



Les variations quotidiennes peuvent être absorbées par des agrégats de charge de pointe dans l'installation de production de chaleur, via l'inertie du système globale ou des accumulateurs.

Potentiel de vente de chaleur

Généralités

Le potentiel de vente de chaleur constitue la pierre angulaire d'un projet de chauffage à distance. Ce faisant, la densité de la zone de vente de chaleur, la distance par rapport à la source de chaleur ou la centrale de chauffage, la température requise et la variation dans le temps de la consommation de chaleur constituent des points essentiels. Un relevé sérieux du potentiel de vente de chaleur revêt une importance primordiale. Il ne représente toutefois que l'un des piliers du calcul de la rentabilité.

Le potentiel de vente de chaleur est la base essentielle au dimensionnement.

Différentes méthodes sont disponibles pour effectuer un relevé du potentiel de vente de chaleur. Le choix de la méthode est basé sur la précision souhaitée et le temps disponible. Les méthodes simplifiées, sans données précises des différents consommateurs de chaleur, ne peuvent être utilisées que pour des immeubles d'habitation. Pour déterminer les besoins en chaleur industrielle de l'industrie et de l'artisanat, une prise de contact avec les clients est toujours nécessaire.

Seul un relevé solide du potentiel de vente de chaleur permet de calculer la rentabilité d'un projet de manière sérieuse.

Il convient de noter que les relevés de potentiel sont des relevés effectués à un instant T. Des modèles et des données détaillés sont nécessaires pour une prévision à long terme.

Détermination du nombre d'unités d'habitation

Cette méthode garantit une estimation très rapide et rudimentaire des besoins en chaleur. Pour ce faire, une zone de projet est délimitée de manière cartographique et les rues contenues sont saisies. Une comparaison avec les données de l'annuaire téléphonique à l'aide d'Internet permet de déterminer le nombre d'unités d'habitation, de constructions spéciales (p. ex. écoles) ou autres. L'état des bâtiments peut également être estimé avec Google Earth ou par une visite sur site. Les besoins en énergie peuvent alors être estimés avec les valeurs calorifiques spécifiques du type de bâtiment.

Type de bâtiment	Besoins d'énergie spécifiques
Bâtiment ancien	140–220 kWh/m ²
Bâtiment ancien, rénové	70-110 kWh/m ²
Nouvelle construction, selon MoPEC	50-60 kWh/m ²
Minergie	30-40 kWh/m ²

Tableau 1 Consommation d'énergie spécifique de divers types de bâtiments

Il existe plusieurs méthodes pour déterminer le potentiel de vente de chaleur.

Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients. Il n'y a pas une seule bonne méthode.

webSIG

Le système d'information géographique payant, appelé webSIG, permet d'identifier des dissipateurs thermiques très rapidement et simplement avec différentes densités de vente de chaleur et types de consommateur de chaleur. La précision des données est rudimentaire, mais elle suffit généralement pour une première estimation.

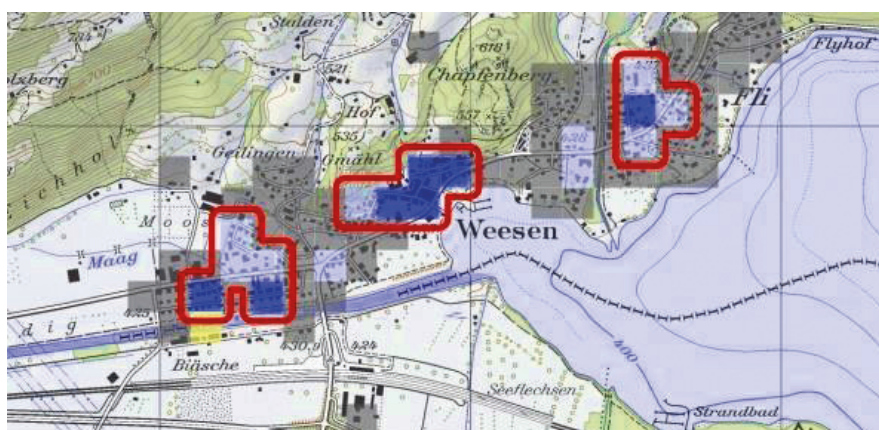


Figure 7-1 Cluster de potentiel de vente de chaleur

Détermination basée sur la consommation de combustibles

Une indication plus précise du potentiel de vente de chaleur peut être obtenue grâce à la consommation actuelle de combustibles dans les différents objets. Ce faisant, le taux d'efficacité des installations de production de chaleur existantes doit être estimé et pris en compte.

Détermination à l'aide des puissances de chaudière

Une détermination à l'aide des puissances de chaudière existantes n'est pas appropriée, car les chaudières sont presque toujours surdimensionnées. Cette méthode est fortement déconseillée.

Taux de raccordement et probabilité de raccordement

Lors du relevé du potentiel de vente de chaleur, il convient de noter que tous les éventuels consommateurs de chauffage à distance ne seront pas raccordés à un futur réseau de chauffage à distance. Le taux de raccordement ou la probabilité de raccordement de bâtiments existants sont généralement de l'ordre de 50%.

Le taux de raccordement est souvent surestimé.

Densité de ligne

D'après notre expérience, les projets de chauffage à distance valent la peine, lorsqu'ils atteignent les indicateurs suivants en termes de densité de vente de chaleur:

densité de ligne > 1 kW/mt

densité de ligne > 2 MWh/mt/a

La densité de ligne décrit le rapport entre la puissance de raccordement et la vente de chaleur par rapport à la longueur totale du tracé.

Courbe annuelle

Lorsque la vente de chaleur est déterminée, la courbe annuelle de la zone de vente de chaleur peut être définie. La courbe annuelle représente la puissance thermique demandée tout au long de l'année. Elle est notamment requise pour le dimensionnement des installations de production de chaleur.

La courbe annuelle constitue la base du dimensionnement du producteur de chaleur.

Pour déterminer la courbe annuelle, il convient de faire la distinction entre chaleur de confort et chaleur industrielle. En ce qui concerne la chaleur de confort, il suffit de connaître les besoins en chaleur annuels, car les valeurs empiriques du nombre d'heures à pleine charge permettent de déduire la puissance thermique nécessaire. En ce qui concerne la chaleur industrielle, il est nécessaire de disposer d'indications relatives à l'évolution des besoins en chaleur au cours du temps ou à la puissance thermique maximale requise.

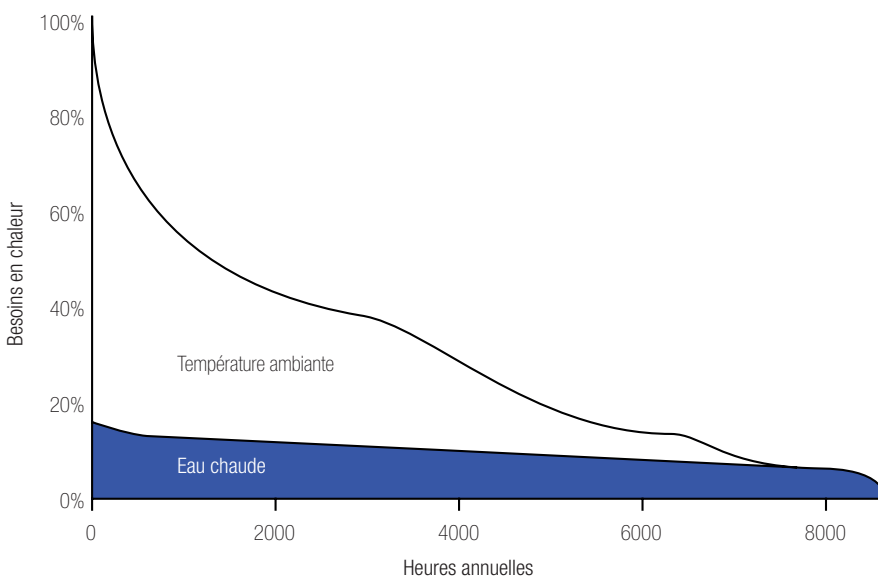


Figure 7-2 Courbe annuelle type

Tous les consommateurs n'ont pas besoin d'une puissance de consommation de chaleur maximale au même moment.

De plus, il convient de noter que des effets d'imbrication surviennent chez une multitude de consommateurs de chaleur. En d'autres termes, les consommateurs n'ont jamais besoin de la puissance thermique maximale tous en même temps. La puissance thermique globale résultante est donc plus faible que la somme de toutes les puissances thermiques individuelles. On parle alors de facteur de simultanéité.

Modification à long terme des besoins en chaleur

Il convient de noter que la consommation de chaleur dédiée au chauffage diminue au fil des ans dans les bâtiments en raison des rénovations d'enveloppes de bâtiment. Généralement, la réduction est d'environ 1% par an dans les grands réseaux de chauffage à distance. Pour garantir une vente de chaleur constante, il est donc nécessaire d'acquérir régulièrement de nouveaux clients et de viser une densification intérieure.

7.2 Sources de chaleur et systèmes de production de chaleur

Sources de chaleur

Les sources de chaleur typiques des réseaux de chauffage à distance peuvent être différenciées à l'aide de la température.

Les sources de chaleur à haute température sont plus intéressantes que les sources à basse température, tant sur le plan économique que technique.

Production de chaleur

Dans le cadre du présent guide du chauffage à distance, seul un aperçu rudimentaire des types de production de chaleur les plus répandus est fourni.

Les sources de chaleur typiques des réseaux de chauffage à distance peuvent être différenciées à l'aide de la température.

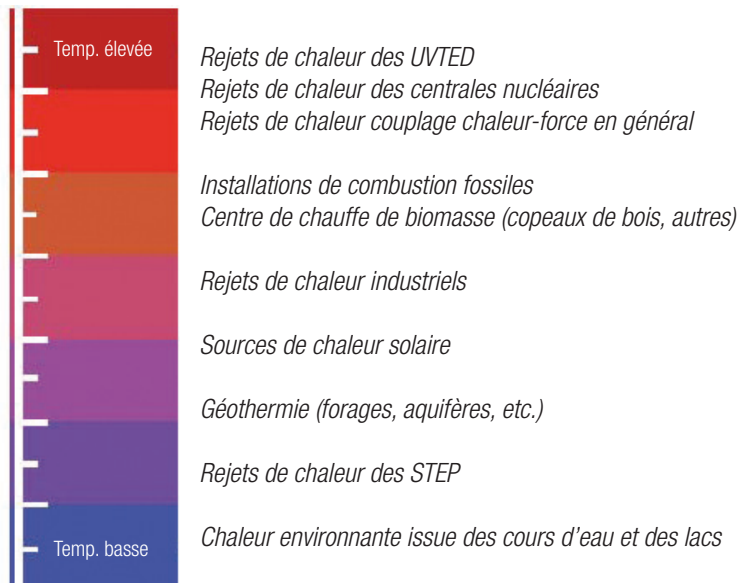


Figure 7-3 Sources de chaleur avec niveaux typiques de température

Production de chaleur

Dans le cadre de ce guide, il convient de ne donner qu'un aperçu rudimentaire des types de production de chaleur les plus courants :

Type de producteur de chaleur	Température typique	Particularités
Rejets de chaleur UVTED	120 °C – 150 °C	Source de chaleur avantageuse, souvent éloignée de la zone de vente de chaleur
Installations de combustion fossiles, biomasse, gaz naturel	90 °C – 150 °C	Coûts énergétiques élevés, car le combustible doit être acheté, coûts de capital peu élevés
Pompes à chaleur (sources: rejets de chaleur industriels, géothermie, rejets de chaleur)	jusqu'à max 75 °C	Coûts de capital élevés, coûts énergétiques moins élevés que les installations de combustion fossiles
Froid / chauffage à distance (sources: rejets de chaleur, eaux souterraines, rejets de chaleur)	8 °C – 15 °C	Pompes à chaleur décentralisées nécessaires

Conception des producteurs de chaleur

La conception des producteurs de chaleur est basée sur la courbe annuelle des besoins en chaleur et les types de production de chaleur disponibles. Ce faisant, l'objectif est de trouver une combinaison optimale du point de vue de la rentabilité et de l'écologie de différents producteurs de chaleur.

Dans les grandes installations, des solutions bivalentes sont réalisées avec deux producteurs de chaleur ou plus.

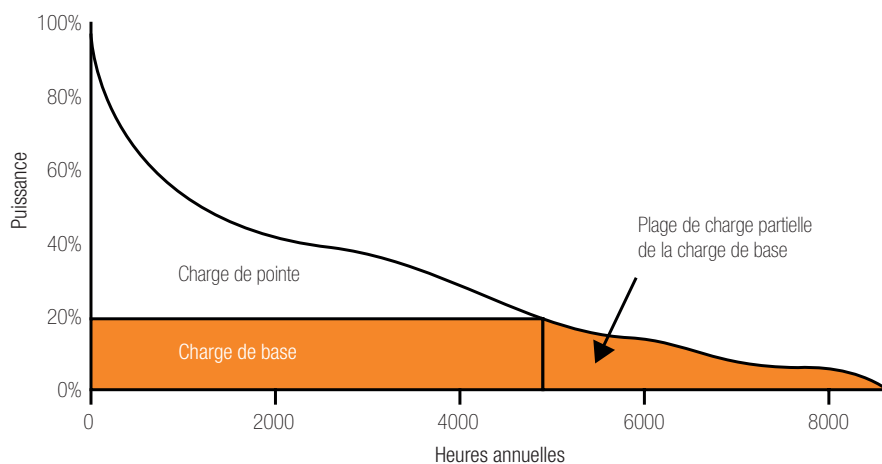


Figure 7-4 Courbe annuelle des besoins en chaleur (1)

Les installations bivalentes sont plus économiques que les systèmes monovalents, notamment avec des puissances globales élevées.

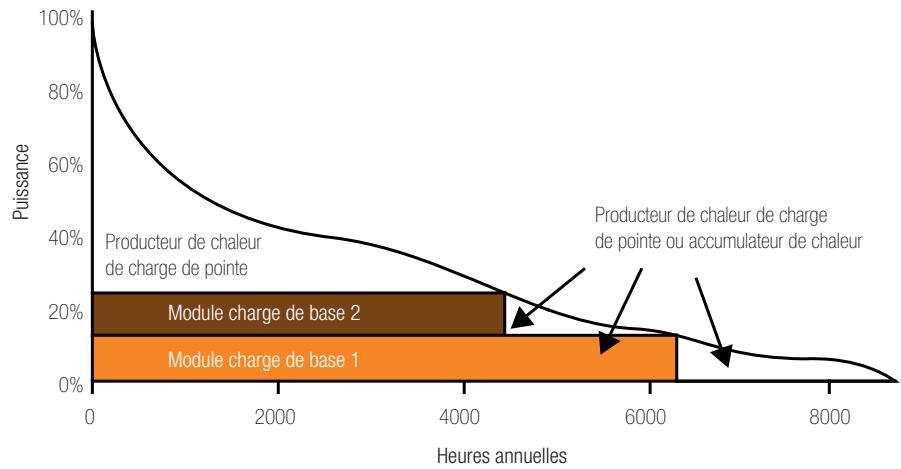


Figure 7-5 Courbe annuelle des besoins en chaleur (2)

Idéal: charge de base avec coûts variables peu élevés; charge de pointe avec coûts fixes peu élevés.

Un optimum économique est atteint, lorsque la plage de la charge de base est couverte par le producteur de chaleur à des coûts variables peu élevés, et plus particulièrement avec des coûts énergétiques réduits, p. ex. via l'exploitation des rejets de chaleur, une chaudière à bois ou une installation de pompe à chaleur. Ces installations occasionnent généralement des investissements plutôt élevés. Pour la charge de pointe, un producteur de chaleur, p. ex. une chaudière de charge de pointe alimentée au mazout ou au gaz naturel, est utilisé à des coûts fixes peu élevés (notamment des coûts du capital peu élevés).

Les petites installations sont généralement monovalentes, c'est-à-dire qu'elles sont réalisées uniquement avec un type de producteur de chaleur, car il ne vaut pas la peine de réaliser un investissement pour un deuxième producteur de chaleur.

7.3 Distribution de chaleur et réseaux de chauffage à distance

Types de réseau

Les petits réseaux sont près toujours des réseaux à structure radiale.

Les types de réseau sont déterminés par l'agencement des centrales de chauffage, les conditions sur site et l'exigence de sécurité de l'approvisionnement. En principe, il convient de distinguer 3 types de réseau:

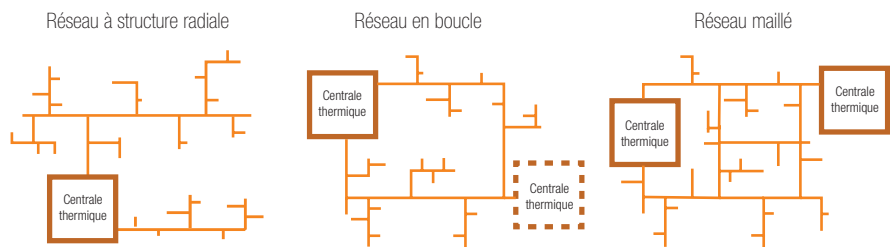


Figure 7-6 Types de réseaux

Des réseaux à structure radiale sont généralement construits dans les réseaux de chauffage à distance de petite taille. Cette topologie permet d'obtenir des longueurs de pose minimales pour raccorder une zone d'approvisionnement, ce qui se traduit par les coûts d'investissement les plus bas.

Des réseaux en boucle ou maillés sont utilisés dans les réseaux de plus grande taille, et plus particulièrement avec plusieurs centrales de chauffage. Les réseaux en boucle présentent une sécurité d'approvisionnement plus élevée que les réseaux à structure radiale en cas de dommage survenant sur le réseau.

Aujourd'hui, presque exclusivement des réseaux à double conduite comprenant des sections d'amenée et des sections de retour identiques sont réalisés.

Fluides caloporteurs et températures de réseau typiques

Dans la plupart des réseaux, l'eau ou la vapeur sont utilisés comme fluide caloporteur. La saumure est utilisée pour les réseaux de froid.

Fluide caloporteur	Température typique	Particularités
Eau chaude	80 à 105 °C	Faibles exigences en matière de sécurité
Eau surchauffée	110 à 140 °C	Respecter les directives relatives aux équipements sous pression
Vapeur	160 à 200 °C	Respecter les directives relatives aux équipements sous pression. Les tubes pré-isolés en plastique ne peuvent plus être utilisés en raison des températures élevées
Eau	+10 °C	Pour les réseaux Anergie, chauffage à distance à basse température, pas d'isolation thermique nécessaire
Eau / saumure	-20 °C à +10 °C	Dans les réseaux de froid: - Eau: froid climatique - Saumure: froid industriel

L'eau utilisée est conditionnée, afin d'empêcher la formation de calcification, d'autres dépôts ou de corrosion dans la conduite. Ce faisant, la dureté de l'eau, la valeur pH et la conductivité de l'eau sont régulées conformément aux normes applicables.

Système de conduites

Différents systèmes de conduites sont utilisés en fonction de la température et de la plage de pression.

Le système avec tubes pré-isolés en plastique est le système le plus couramment utilisé.



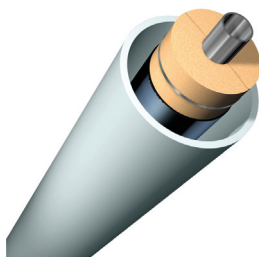
Le système le plus fréquemment utilisé est le suivant: tube pré-isolé en plastique avec un tube médian en acier, une couche d'isolation thermique en mousse de polyuréthane et une gaine extérieure en plastique. Il convient de veiller à la statique des conduites lors de la pose!

Utilisable en fonctionnement continu jusqu'à 120 °C et 25 bar.



Lorsque les configurations du terrain sont «difficiles», des tubes médians flexibles sont parfois utilisés. L'utilisation de ces tubes en rouleaux permet de réduire le temps de montage, car les joints de soudure ne sont plus nécessaires. La forme de construction ondulée permet de compenser la dilatation thermique sans autres composants, mais cela occasionne généralement une perte de pression plus élevée. Les raccords entre les conduites sont onéreux.

Utilisable en fonctionnement continu jusqu'à 130 °C et 25 bar.



Des tuyaux dotés d'une enveloppe en acier avec une isolation sous vide et de la laine de roche sont principalement utilisés dans des réseaux à vapeur, car ils conviennent à des températures supérieures à 200 °C. Attention à la statique des conduites!

Utilisable jusqu'à plus de 200 °C.



Des tubes médians en plastique ont seulement une raison d'être dans des plages de températures plus basses, car leur durée de vie diminue rapidement à des températures élevées.

Température de fonctionnement continu maximale: 80 °C, durée de vie réduite à des températures élevées

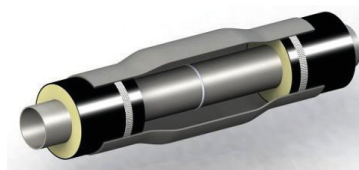


Des tubes en polyéthylène sont utilisés dans le domaine du chauffage à distance à basse température. Les conduites peuvent être soudées les unes aux autres. Dans la mesure où le fluide qui coule dans les tubes a une température similaire à celle de la terre, ces tubes ne sont pas isolés thermiquement.

Domaine d'utilisation dans le chauffage à distance à basse température.

Manchons pour tube pré-isolé en plastique

Lors de la pose de tubes pré-isolés en plastique, les manchons jouent un rôle important lors de la connexion des tubes. En principe, il convient de faire une distinction entre manchons thermorétractables et manchons à souder. Différents fournisseurs de systèmes utilisent leurs propres désignations, parfois confuses.



Manchon thermorétractable

Étanchéité obtenue à l'aide de ruban d'étanchéité, convient aux sols perméables à l'eau non détrem-pés, beaucoup plus économique que le manchon à souder

Manchon à souder

Raccordement par liaison de matière, convient également aux sols conduisant de l'eau, plus onéreux que le manchon thermorétractable.

Technique de pose des tubes pré-isolés en plastique et statique des conduites

Dans ce paragraphe, nous aborderons les particularités du type de tube le plus couramment utilisé, le tube pré-isolé en plastique.

Base

Des tensions thermiques apparaissent dans le tube sous l'effet du réchauffement du tube de chauffage à distance et des possibilités de dilatation limitées du système de conduites posé dans la terre et fixé de manière solidaire. Ces tensions peuvent endommager durablement le système de conduites. Il existe d'une part un risque de flambage local et d'autre part le risque que la tension maximale autorisée du matériel soit dépassée. Des mesures de compensation sont nécessaires pour empêcher cela.

L'important est de faire la différence entre la zone de friction et la zone de glissement. Dans la zone de friction, le tube est solidement fixé et aucun déplacement axial n'a lieu. Cela génère des tensions thermiques maximales dans le tube. En revanche dans la zone de glissement, des dilatations axiales ont lieu, ce qui entraîne une réduction de la tension thermique.

Des calculs portant sur la statique des conduites requièrent de solides connaissances spécialisées. Il convient donc de faire appel à des bureaux d'ingénieurs spécialisés.

Calcul de la statique des conduites

Le calcul est effectué selon les normes en vigueur et à l'aide de tableaux et de programmes. Ce faisant, les paramètres suivants sont plus particulièrement importants: diamètre extérieur du tube, longueur de pose, hauteur de recouvrement, température de pose et d'exploitation du système, tension autorisée dans le tube, mais également la question de savoir si la section du tube à étudier se trouve dans la zone de friction ou de glissement.

Des détails peuvent être trouvés auprès des bureaux d'ingénieurs spécialisés ou dans la littérature traitant du sujet.

Types de pose

En principe, il existe deux types de pose:

- Pose sans réduction de tension
- Pose avec réduction de tension

La dernière méthode peut être divisée en d'autres sous-groupes.

Les méthodes de pose sont souvent différenciées en pose à froid et pose à chaud. Mais les procédés restent les mêmes.

Pose sans réduction de tension

Avec cette méthode, aucun élément de dilatation ou similaire n'est utilisé. La tension dans le tube augmente en fonction de l'augmentation de la température de fonctionnement.

Les tensions restent inférieures à la limite d'élasticité du matériau du tube jusqu'à une température d'env. 90 °C. Lorsque les températures sont plus élevées, la limite d'élasticité naturelle de l'acier est dépassée, ce qui entraîne un écoulement du matériau. Cela conduit à une réduction des pics de tension et à un état non critique.

Pose avec réduction de tension

Grâce à ce procédé, le tube se trouve toujours dans la zone de glissement à faible contrainte et jamais dans la zone de friction présentant des contraintes élevées.

Pour ce faire, 3 mesures sont appliquées:

- Pose avec coudes de dilatation
- Précontrainte thermique
- Utilisation de compensateurs uniques

Pour les types de pose aussi, vous pouvez trouver des détails auprès des bureaux d'ingénieurs spécialisés ou dans la littérature spécialisée.

Dimensionnement du réseau et paramètres de réseau

Section de la conduite

La détermination de la section de la conduite permet de procéder aux optimisations suivantes: faibles coûts d'investissement avec des pertes de pression élevées (énergie de pompage) sur les petites sections et coûts d'investissement plus élevés avec de faibles dépenses d'énergie de pompage sur les grosses sections. Une plage de perte de charge comprise entre 150 et 250 Pa/m s'est établie comme étant une plage optimale d'un point de vue économique au cours des dernières années. Cette valeur sert de base à un dimensionnement de conduite rentable.

Des tubes trop largement dimensionnés occasionnent des coûts d'investissement inutilement élevés.

Calcul de la perte de charge

La perte de charge dans le réseau peut être calculée avec des programmes spécialisés ou des solutions Excel. Ce faisant, il convient de noter que seule la résistance de la conduite doit être surmontée par les pompes de réseau dans le système de chauffage à distance fermé et pas les éventuelles différences de hauteur géodésiques.

Des congestions dans les réseaux peuvent être déterminées à l'aide de calculs de réseau hydrauliques.

Des congestions dans les réseaux de chauffage à distance existants peuvent être également déterminées et représentées graphiquement à l'aide de calculs de réseau hydrauliques.

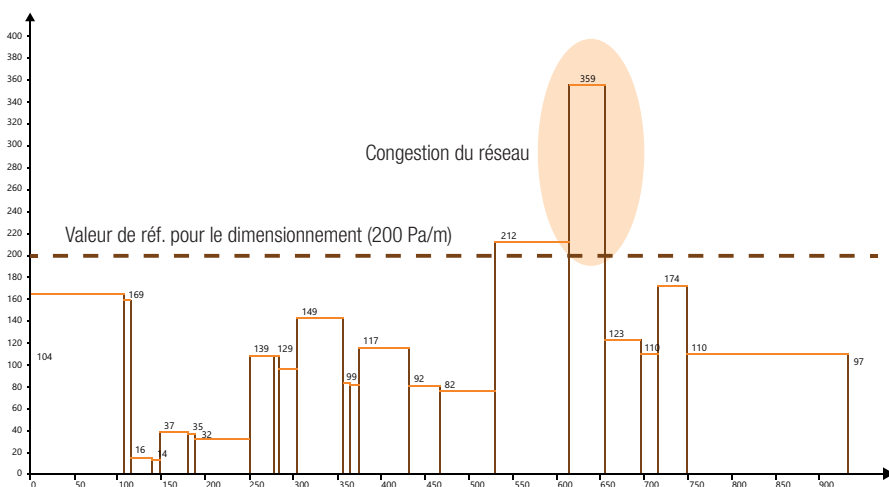


Figure 7-7 Exemple de pertes de charge

Pressions dans le réseau de chauffage à distance

Les rapports de pression dans un réseau de chauffage à distance sont idéalement représentés dans un graphique:

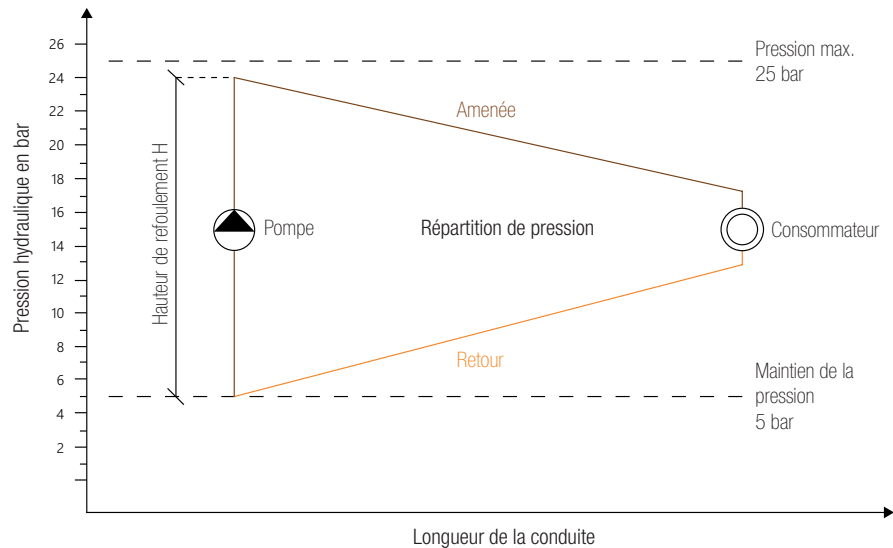


Figure 7-8 Pressions dans le réseau (1)

La pression d'équilibre est définie par le maintien de la pression dans la centrale de chauffage à distance. Cela permet d'une part d'éviter que la pression de la vapeur d'eau soit inférieure à un endroit du réseau de chauffage à distance et garantit, d'autre part, que la hauteur d'amenée requise de la pompe soit atteinte pour empêcher une cavitation de pompe. Dans les grands réseaux de chauffage à distance, la pression est maintenue avec des pompes avec régulation et des soupapes de décharge (système Transféro). Dans les plus petits réseaux, elle est maintenue avec un coussin de gaz. Les rapports de hauteur géodésiques et la superposition de pression disponible doivent être plus particulièrement respectés avec la pression minimale et maximale.

Les conduites et les robinets sont réalisés pour résister à certaines pressions nominales. Pour les conduites en acier, les pressions nominales PN 16 et PN 25 sont couramment utilisées. La pression maximale sur le réseau de chauffage à distance ne doit dépasser la pression nominale à aucun endroit du réseau.

La hauteur de refoulement désigne l'augmentation de la pression de la pompe. La pompe surmonte les pertes de charge dans le réseau de chauffage à distance.

Chez les consommateurs, une pression différentielle minimale (généralement 0,5–1,0 bar) est requise pour surmonter les pertes de charge de la station de transfert de chaleur et de l'échangeur de chaleur. Les pompes de réseau doivent être réglées de sorte que cette pression différentielle minimale puisse être respectée en tout temps et en tout lieu.

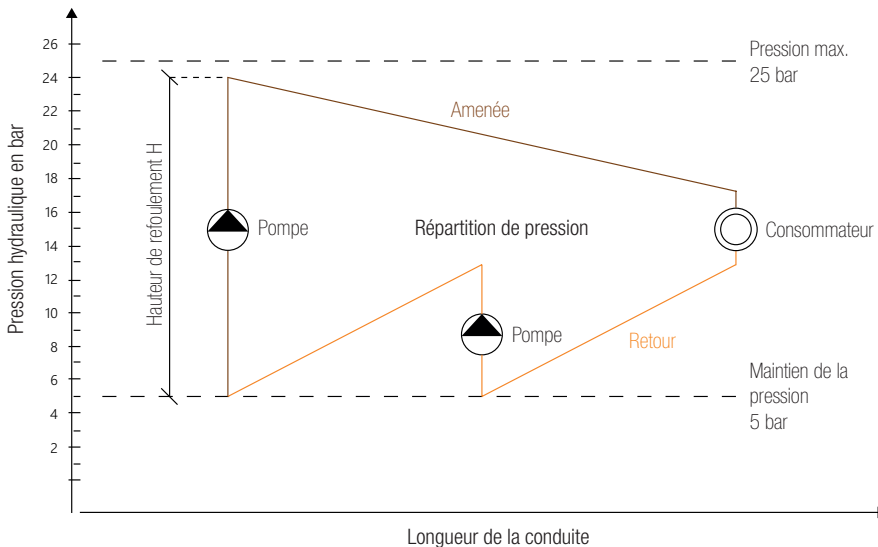


Figure 7-9 Pressions dans le réseau (2)

Dans les réseaux très étendus, la perte de charge cumulée peut être si élevée que la pression maximale et la pression nominale sont dépassées. Une pompe de surpression dans le retour, ou parfois dans l'amenée, permet d'y remédier. Grâce à la pompe de surpression, l'augmentation de la pression globale requise peut être répartie sur plusieurs pompes afin d'empêcher le dépassement de la pression nominale.

Températures du système

La température d'amenée résulte des exigences de température des consommateurs de chaleur, de l'objectif visant à avoir une différence de température la plus élevée possible dans le réseau pour augmenter la capacité de transport et des conditions limites de la source de chaleur.

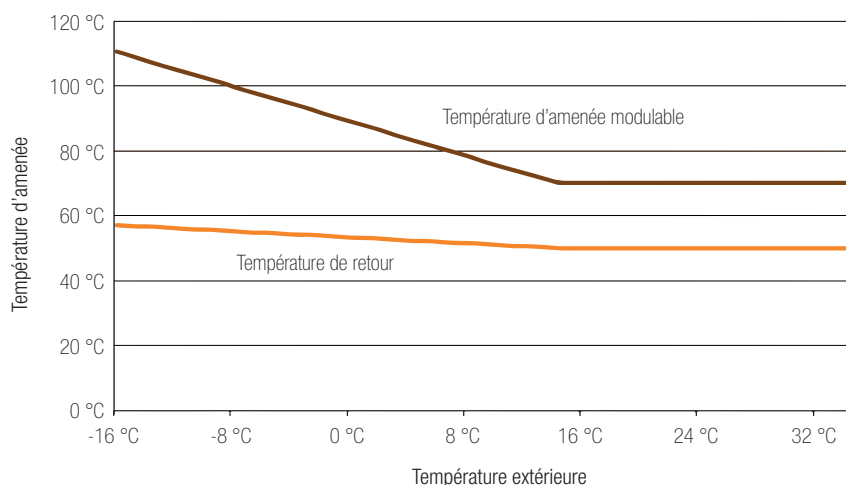
Une différence de température élevée dans le réseau de chauffage à distance peut notamment être atteinte grâce à une température de retour basse. Les températures de retour basses sont importantes pour différentes raisons. Des températures de retour basses:

- augmentent le rendement de sources de chaleur alternatives (et plus économiques) telles que l'exploitation des rejets de chaleur ou les pompes à chaleur;
- augmentent la capacité de transfert du réseau de chauffage à distance grâce à une différence de température accrue et
- réduisent les déperditions de chaleur dans le retour.

Des températures de retour basses peuvent être obtenues en adaptant les circuits hydrauliques chez les consommateurs de chaleur.

Les réseaux de chauffage à distance peuvent être exploités avec une température d'amenée constante ou variable. Si le fonctionnement est variable, la température d'amenée est régulée en fonction de la température extérieure. Une température d'amenée variable réduit les déperditions de chaleur dans le réseau de chauffage à distance.

En cas de différences de température accrues, le débit volumétrique peut être réduit pour une même puissance de transmission. Cela permet d'utiliser des tubes plus petits ou de compenser des congestions dans les réseaux.



Températures système typiques amenée (A) et retour (R):

Type de réseau de chauffage	Température de réseau typique
Pompe à chaleur avec exploitation des rejets thermiques	75 °C (A) / 45 °C (R)
Petit réseau de chauffage au bois	90 °C (A) / 45 °C R
Centrale thermique au bois	105 °C (A) / 50 °C (R)
Chauffage à distance à partir d'une UVTED	120 °C (A) / 55 °C (R)

Déperditions de chaleur

Les déperditions de chaleur dans des réseaux de chauffage à distance peu exploités diminuent la rentabilité.

Les conduites de chauffage à distance présentent toujours des déperditions de chaleur. Mais les producteurs de chauffage à distance centralisés sont exploités de manière plus efficace et écologique que les installations individuelles décentralisées, de sorte que les pertes de réseau sont généralement surcompensées.

Dans les réseaux de chauffage à distance bien exploités, les déperditions de chaleur sur le réseau représentent env. 10% de la quantité d'énergie annuelle. Les réseaux à faible densité de besoins thermiques, c'est-à-dire les réseaux largement ramifiés et peu exploités, présentent des déperditions de chaleur parfois beaucoup plus élevées pouvant aller jusqu'à 20% ou 30%. Une densité de raccordement élevée joue donc un rôle très important dans la rentabilité d'un réseau de chauffage à distance.

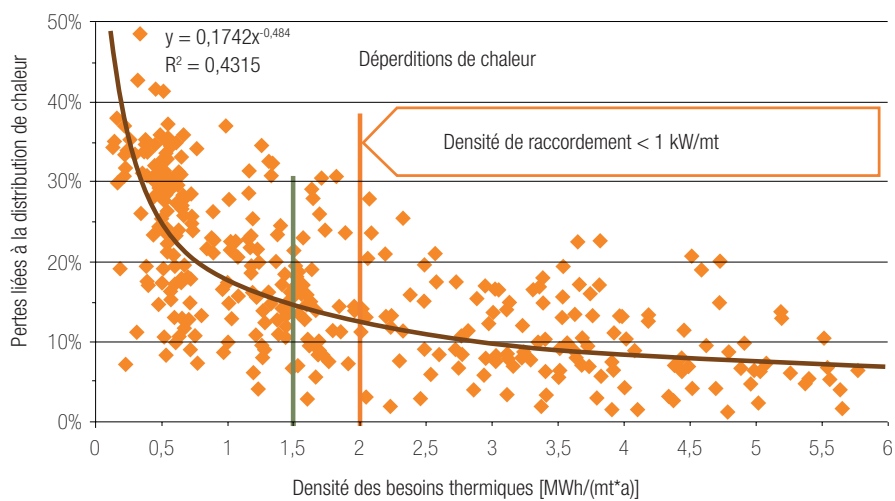


Figure 7-11 Déperditions de chaleur (source CARMEN)

Exemple de lecture du graphique ci-dessus:

les réseaux de chauffage de 0,6 MWh/(m².a) ou 0,3 kW/mt présentent des pertes de réseau d'environ 20%.

Si les besoins en chaleur sont extrêmement réduits en été, il peut être pertinent d'arrêter le réseau d'approvisionnement en chauffage à distance durant l'été en raison des déperditions thermiques élevées. Ce faisant, l'eau chaude sanitaire doit pouvoir être produite autrement sur site chez les clients.

Génie civil

Généralement, les conduites de chauffage à distance sont posées dans des tranchées ouvertes classiques. Les conduites de chauffage à distance sont recouvertes de sable.

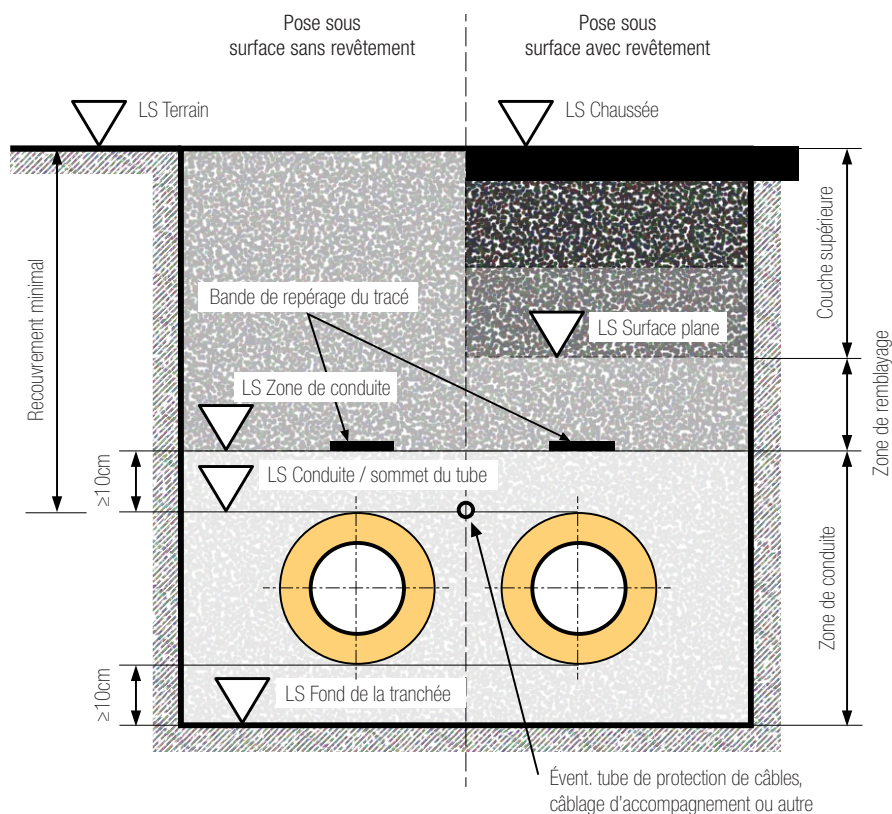


Figure 7-12 Schéma de conduites posées dans un fossé (source: feuille de travail AGFW FW 401)

Procédé sans tranchée et génie civil spécifique

L'utilisation de procédés spécifiques de génie civil a fortement augmenté au cours des dernières années.

Pour les passages souterrains, qui ne sont pas réalisables en tranchées ouvertes (traversées autoroutières, traversée souterraine de ruisseaux, traversée souterraine de ligne de chemin de fer), des procédés spécifiques sans tranchée sont utilisés.

Les plus connus sont:

- Procédé de forage à injection
- Pousse-tube
- Microtunnelage

Dans tous ces procédés de génie civil spécifique, des tubes pré-isolés en plastique traditionnels peuvent être utilisés. Un tube protecteur supplémentaire est généralement ajouté.

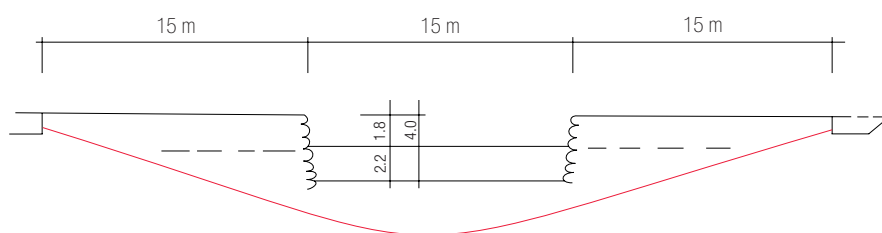


Figure 7-13 Schéma du procédé de forage à injection

Protection anticorrosion

La corrosion est très rare sur les conduites de chauffage à distance grâce aux tubes pré-isolés en plastique généralement utilisés et à leur gaine en plastique hermétique. Il est généralement possible de renoncer à des mesures supplémentaires telles que des anodes sacrificielles ou l'utilisation de séparations galvaniques supplémentaires.

Mais un conditionnement de l'eau de circulation est indispensable pour éviter la corrosion de la paroi intérieure du tube.

Subdivisions en sections du réseau, purges et vidanges

Les réseaux de grande taille sont divisés à l'aide d'une subdivision en sections. Les robinets d'arrêt utilisés à cet effet sont enterrés ou logés dans des chambres de robinetterie accessibles. En règle générale, les points hauts du réseau sont pourvus de robinets de purge afin que le réseau puisse être rempli d'eau sans problème. Les points bas du réseau sont généralement équipés de robinets destinés à la vidange.

En ce qui concerne les robinets enterrés, il convient de veiller à garantir un accès facile pour les contrôles et la maintenance.

Surveillance de fuite

Au cours du temps, les systèmes de conduites enterrés peuvent présenter des fuites dues à l'abrasion, la corrosion ou des erreurs de production. Pour les détecter, des systèmes de contrôle de fuites, qui surveillent en permanence l'humidité dans l'isolation des conduites, sont utilisés.

Les points de fuite peuvent être facilement localisés avec le système de surveillance.

Les «systèmes Brandes» et le «système Nordic» sont les systèmes les plus répandus. Dans ces deux systèmes, des conducteurs électriques sont introduits dans la couche d'isolation thermique du tube pré-isolé en plastique. Les conducteurs modifient leurs propriétés électriques en cas de pénétration d'humidité, ce qui permet de localiser très précisément l'emplacement de la fuite.

Des appareils de mesure spécifiques sont nécessaires pour localiser la fuite. Avant d'entreprendre des creusements en cas de dommage, il est impératif de recourir à une localisation précise sur site afin de localiser précisément la fuite et d'éviter des coûts de génie civil non nécessaires.

Communication réseau

L'utilisation d'un système de communication réseau permet de lire des compteurs de chaleur, de commander des pompes décentralisées, de saisir des rapports de pression sur le point le plus défavorisé du réseau et de transmettre de nombreuses informations.

Le système de communication est souvent placé dans des tubes de protection de câbles installés en même temps que la conduite de chauffage à distance. Mais cela occasionne des coûts de génie civil supplémentaires. De manière alternative, la communication peut également être effectuée via des réseaux à fibre optique déjà existants, la surveillance de fuite ou les réseaux radio. Dans le cas du projet, il est recommandé de demander au planificateur de comparer les coûts des différents systèmes.

Stations de transfert de chauffage

La station de transfert de chaleur est le point de jonction avec le client.

La station de transfert de chaleur constitue le point de jonction entre le réseau de chauffage à distance et les installations du client. En principe, il convient de faire une distinction entre station de transfert de chaleur directe et indirecte. Dans la plupart des stations de transfert de chaleur indirectes généralement utilisées, les deux systèmes sont séparés de manière hydraulique par un échangeur de chaleur. Si la station de transfert de chaleur directe est rarement utilisée, on renonce à cette séparation.

La station de transfert de chaleur remplit les tâches suivantes:

- *Mesure de la quantité de chaleur consommée*
- *Régulation de la puissance et de la quantité de chaleur consommées*
- *Séparation hydraulique des systèmes du réseau de chauffage à distance et de l'installation du client (en cas de stations indirectes)*

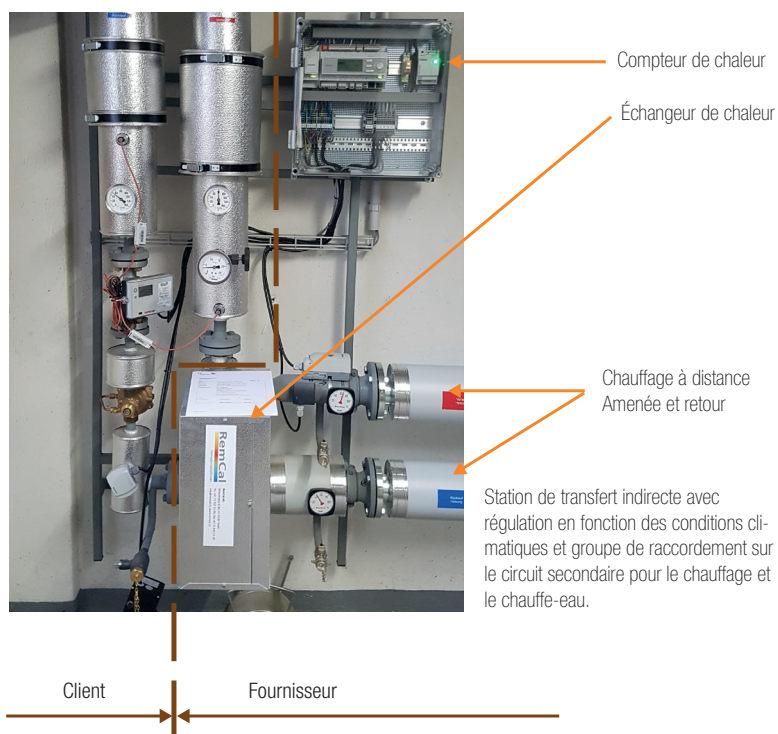


Figure 7-14 Station de transfert de chaleur typique dans une maison individuelle

Les détails techniques des stations de transfert de chaleur sont généralement réglementés dans des conditions techniques de raccordement.

Documentation

Il est primordial de documenter avec exactitude les conduites de chauffage à distance. Seule une documentation complète permet de localiser ultérieurement les conduites avec précision ou de réaliser des calculs de réseau hydrauliques.

La documentation contient notamment l'emplacement exact et la hauteur des conduites et des joints de soudure, des données sur la méthode de pose utilisée et les éventuelles précontraintes, le diamètre et le type de conduite ainsi que le procès-verbal d'inspection. Une documentation photo peut également être très utile. Aujourd'hui, les informations relatives à la position, la hauteur et le diamètre nominal sont généralement saisies dans un système d'information géographique SIG.

7.4 Coûts et rentabilité

Coûts d'investissement

Les coûts d'investissement comprennent tous les coûts de l'exécution initiale de l'ouvrage. Ils comprennent plus particulièrement les coûts de planification, les coûts du producteur de chaleur, le transport et le transfert de la chaleur.

Les ordres de grandeur typiques des coûts d'investissement pour les conduites de chauffage à distance par mètre de tracé sont (état 2017):

Groupe de pompes de réseau avec régulation	1 MWth	30'000 CHF
Conduite d'eau chaude et d'eau surchauffée enterrée, zone urbaine	< DN 50	1'200 CHF/mt
	< DN 100	1'400 CHF/mt
	< DN 200	1'900 CHF/mt
Conduite d'eau chaude et d'eau surchauffée enterrée, zone rurale	< DN 50	700 CHF/mt
	< DN 100	900 CHF/mt
	< DN 200	1'200 CHF/mt
Conduite d'eau chaude et d'eau surchauffée posée dans le sous-sol	< DN 50	500 CHF/mt
	< DN 100	600 CHF/mt
	< DN 200	800 CHF/mt
Conduite de vapeur posée dans un caniveau	DN 100	4'000 CHF/mt
Sous-station avec transfert de chaleur, mesure et régulation	Maison ind.	15'000 CHF
	Bâtiment d'hab. 30 kW	30'000 CHF
	Bâtiment d'hab. 150 kW	40'000 CHF
Système de communication réseau		Très différent selon le système
Production de chaleur		

Les coûts peuvent fortement varier en fonction de l'évolution du marché ou des conditions limites. Ils servent uniquement de repère et ne conviennent pas à des estimations de coûts définitives.

En zone urbaine, les coûts de construction sont 1,5 fois à 2,5 fois plus élevés qu'en zone rurale.

Les facteurs suivants ont une influence positive sur les coûts d'investissement:

- Acheminement des conduites dans des zones faiblement bâties
- Acheminement commun de conduites dans le même fossé que d'autres ouvrages
- Faible profondeur de pose
- Situation concurrentielle

Les facteurs suivants augmentent les coûts d'investissement:

- Haut degré d'échelonnement
- Volume de trafic élevé, gestion du trafic fastidieuse
- Etayage en cas de profondeurs de pose élevées
- Densité élevée sur des conduites industrielles

Les éléments suivants renchérissent particulièrement les coûts:

- Traversée de cours d'eau
- Traversée de lignes de chemin de fer, d'autoroutes
- Traversée de carrefours giratoires ou d'autres tronçons de route fortement fréquentés
- Peuplements forestiers anciens à proximité du tracé

Coûts annuels

Les coûts annuels d'un réseau d'approvisionnement en chauffage à distance sont généralement répartis en trois parties:

- Coûts du capital
- Coûts de l'énergie
- Coûts d'exploitation et d'entretien

**Coûts annuels =
coûts du capital
+ coûts de l'énergie
+ coûts d'exploitation
et d'entretien**

Coûts du capital

comprennent	sont influencés par
Coûts des intérêts et amortissement	Taux d'intérêt du capital, coûts d'investissement, coûts d'amortissement restants, période d'observation et durée d'amortissement

Les coûts du capital sont fixes, c'est-à-dire qu'ils ne dépendent pas des ventes de chaleur

Coûts de l'énergie

comprennent	sont influencés par
Coûts des combustibles, coûts de l'électricité, coûts des rejets de chaleur utilisés, coûts de la concession en cas d'utilisation des eaux souterraines	Prix de base de la source d'énergie, hausse des prix des sources d'énergie, vente de chaleur, taux d'utilisation annuel des installations, pertes

Coûts d'exploitation et d'entretien

comprennent	sont influencés par
Entretien de l'installation, coûts des moyens de production, personnel de service, frais administratifs, réparations de dommages, investissements de remplacement	Durée d'exploitation et utilisation de l'installation, durée de vie des composants de l'installation, coûts de personnel, complexité de l'installation, hausse des prix

Les coûts d'exploitation et d'entretien sont soumis à des fluctuations importantes, car les réparations et les investissements de remplacement sont difficilement prévisibles pour les différentes années. En règle générale, 1,5 % – 2% de la somme d'investissement initiale par an suffisent en moyenne pour les réparations et les investissements de remplacement.

Prise en compte des hausses de prix

Différents facteurs de coûts subissent d'importants changements au cours des dizaines d'années d'exploitation des réseaux de chauffage à distance. Ainsi, les prix de l'énergie, mais aussi les coûts d'exploitation et d'entretien sont soumis à des taux d'augmentation. Des facteurs de valeur moyenne sont utilisés pour en tenir compte dans le calcul de rentabilité. Les prix moyens sont ainsi définis sur toute la durée considérée.

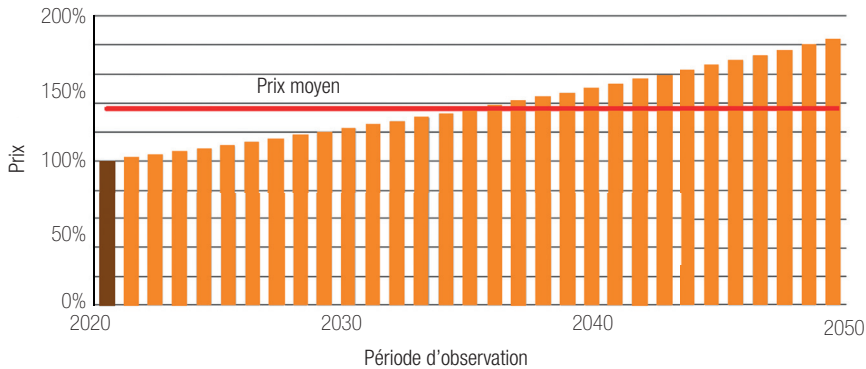


Figure 7-15 Exemple de hausse des prix

Les facteurs de valeur moyenne se basent sur la période d'observation, la hausse de prix annuelle et le taux d'intérêt calculé. Ils peuvent être calculés avec des formules mathématiques ou être trouvés dans des publications spécialisées. Ainsi, pour une période d'observation de 30 ans, une hausse de prix annuelle de 2% et un taux d'intérêt calculé de 4%, le facteur de valeur moyenne est de 1'295.

Des taux d'augmentation des prix peuvent considérablement influencer le calcul de rentabilité, comme le montre l'exemple ci-dessous:

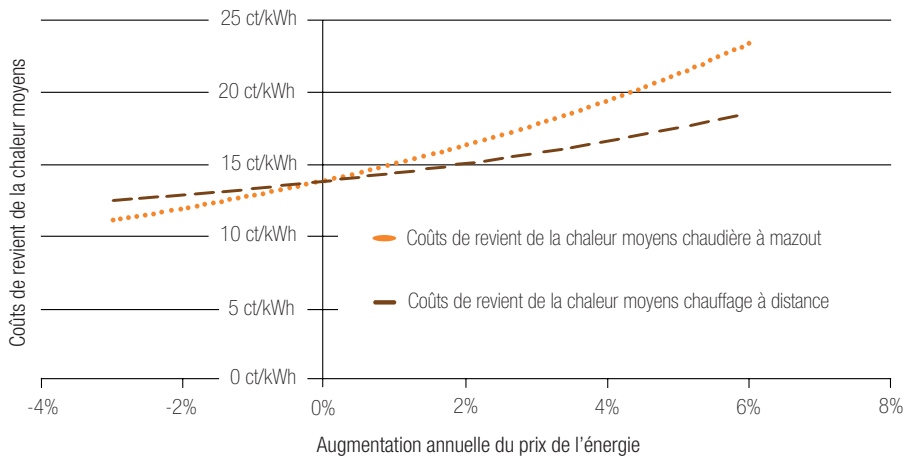


Figure 7-16 Exemple type de l'augmentation annuelle du prix de l'énergie (source Durena AG)

Coûts de revient de la chaleur

Les coûts de revient de la chaleur comprennent tous les coûts.

Les coûts de revient de la chaleur sont souvent déterminés pour définir la rentabilité d'une installation et comparer les coûts avec d'autres systèmes.

Les coûts de revient de la chaleur désignent le rapport entre les coûts annuels globaux (coûts du capital, coûts énergétiques, coûts d'exploitation et d'entretien) et l'énergie utile, plus précisément la quantité de chaleur vendue:

$$\text{Prix de revient de la chaleur} = \frac{\text{coûts annuels}}{\text{énergie utile}}$$

Les coûts de revient de la chaleur sont indiqués en CHF/MWh ou ct./kWh.

Les coûts de revient de la chaleur ne doivent pas être confondus avec le prix de la chaleur, car celui-ci est représenté différemment en fonction du modèle tarifaire.

Fourchettes de coûts typiques du chauffage à distance

Coûts totaux répartis en production de chaleur et distribution de chaleur:

Composants des coûts	Fourchette de prix (coûts totaux)
Coûts du producteur de chaleur	30–120 CHF/MWh
Coûts de distribution	20-50 CHF/MWh
Coûts totaux de revient de la chaleur	50-170 CHF/MWh

Fourchettes de coûts typiques de la production de chaleur conventionnelle Vous trouverez ci-dessous des indications sur les coûts totaux des installations de production de chaleur conventionnelles à titre de comparaison. Ceux-ci varient fortement en raison des variations de prix des combustibles fossiles (base pour l'aperçu ci-dessous: prix du fuel = 80 CHF/100 litres, électricité = 160 CHF/MWh):

Type de producteur de chaleur	Fourchette de prix (coûts totaux)
Foyers industriels 5 MW	110-140 CHF/MWh
Chaudière, 200 kW, gaz naturel	120-160 CHF/MWh
Chaudière maison individuelle, 20 kW Gaz naturel ou mazout	160-240 CHF/MWh
Installation de pompe à chaleur, 200 kW, eaux souterraines	100-160 CHF/MWh
Installation de pompe à chaleur, 30 kW, sonde géothermique	150-250 CHF/MWh

Calcul dynamique sur plusieurs années

Des calculs sérieux de la rentabilité d'une installation de chauffage à distance nécessitent des modèles de calcul dynamiques, qui prennent en compte les changements annuels dans le système.

Les méthodes les plus répandues sont les méthodes DCF (Discounted Cash Flow) et NPV (Net Present Value). Elles sont quasiment identiques. Dans ces deux méthodes, tous les coûts et recettes actuels et futurs sont saisis. La valeur temporelle de ces flux monétaires est par ailleurs prise en compte. Ce faisant, les flux monétaires futurs sont escomptés sur la période d'observation.

La méthode DCF permet de comparer différentes évolutions à long terme de manière sérieuse.

Les résultats des calculs sont représentés sous forme graphique, de manière très claire:

Rentabilité (escomptée)

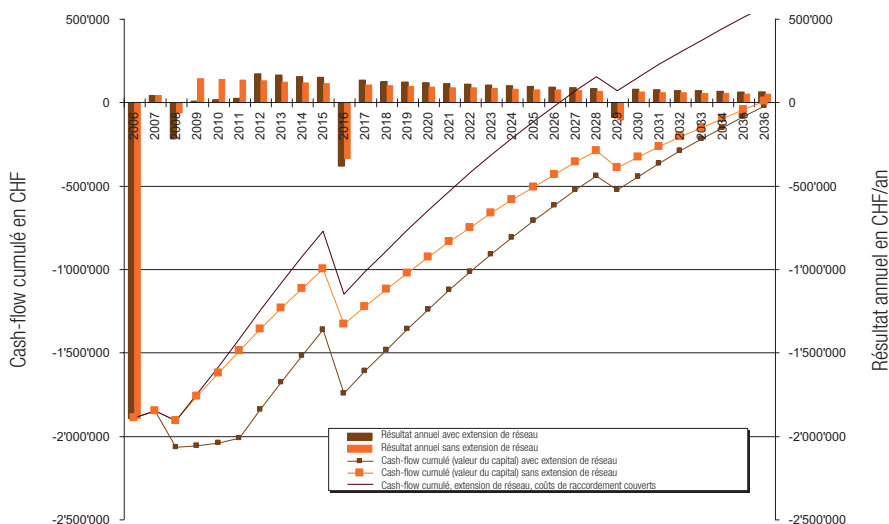


Figure 7-17 Rentabilité (source Durena AG)

D'autres méthodes sont parfois utilisées pour calculer les coûts d'investissement, mais elles ne sont pas abordées dans le présent guide.

Évaluation du risque et analyse de sensibilité

Les calculs de rentabilité sont généralement basés sur des données de base incertaines. Ainsi, les futures ventes de chaleur et les coûts d'investissement effectifs d'un réseau d'approvisionnement en chauffage à distance ne sont pas garantis au moment de la décision de l'investissement.

L'analyse de sensibilité montre les paramètres qui ont une influence particulièrement élevée sur la rentabilité.

Une analyse de sensibilité permet de montrer dans quelle mesure les facteurs d'influence ont un impact sur le succès économique d'un projet.

Le diagramme type suivant explicite ce rapport:

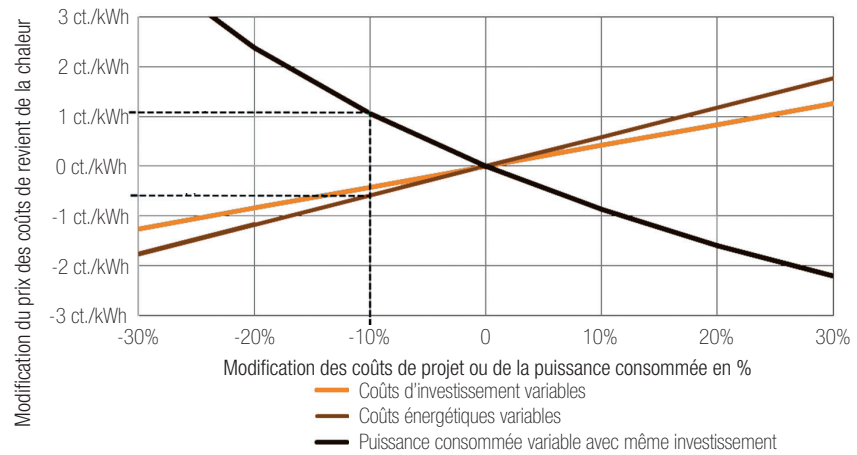


Figure 7-18 Sensibilité au prix des coûts de revient de la chaleur en cas de variation du pourcentage des coûts d'investissement (source: Durena AG)

Exemple de lecture: si les coûts d'investissement sont inférieurs de 10% à ceux initialement prévus, les coûts de revient de la chaleur baissent de 0,6 ct./kWh. Si la puissance consommée baisse de 10%, les coûts de revient de la chaleur augmentent de 1,05 ct./kWh. Cela montre qu'une baisse des ventes de chaleur fait augmenter les coûts de revient de la chaleur de manière significative, ce qui rend un projet non rentable.

7.5 Subventions

Différentes subventions ou aides financières peuvent être demandées pour les réseaux d'approvisionnement en chauffage à distance. Dans tous les cas, l'aide doit être demandée avant le début des travaux. Le besoin de subvention doit donc être clarifié suffisamment tôt. Les subventions portent aussi bien sur les nouveaux réseaux de chauffage à distance que sur les extensions de réseaux de chauffage à distance existants.

Il existe de nombreuses possibilités de subvention, qui peuvent aider les réseaux d'approvisionnement en chauffage à distance à percer.

Généralement, l'utilisation d'énergies renouvelables (rejets de chaleur, chaleur environnante, biomasse) est une condition indispensable pour bénéficier des subventions. Les principales voies de financement pour l'obtention des subventions sont les suivantes:

Cantons et communes, subventions publiques

La plupart des cantons soutiennent financièrement la construction de réseaux de chauffage à distance. Le montant de la subvention et les conditions varient toutefois et doivent être clarifiés dans le canton correspondant. Actuellement (2017), le montant de la subvention est d'env. CHF 50.-/MWh de potentiel de vente de chaleur. Outre les cantons, certaines communes soutiennent également les projets de chauffage à distance.

Projets visant à réduire les émissions de CO₂ et vente de certificats de CO₂

L'utilisation d'énergies renouvelables dans les réseaux d'approvisionnement en chauffage à distance permet de réduire les émissions de CO₂. Dans le cadre de la législation en vigueur sur le CO₂, ces prestations de réduction du CO₂ peuvent être inscrites comme des projets de compensation auprès de l'OFEV/OFEN. Après un examen positif, ils peuvent être convertis en attestations de CO₂. Pour ce faire, différentes conditions sont nécessaires: le projet doit notamment être additionnel, c'est-à-dire que le projet doit atteindre le seuil de rentabilité et être réalisé uniquement grâce à l'obtention de subventions. Les données annuelles du projet doivent par ailleurs être représentées dans un monitoring.

Ce sont surtout la Fondation KliK (importateurs de carburants) et les exploitants de centrales thermiques fossiles en Suisse qui font l'acquisition d'attestations de CO₂. Avec la vente d'attestations de CO₂, la plus-value écologique du projet est cédée à l'acheteur des attestations.

Le programme pour les réseaux de chaleur de la fondation KliK par exemple offre une solution simplifiée pour générer des certifications CO₂ à partir d'un projet, cela avec des subsides de 100 CHF par attestation jusqu'en 2030 (consultation et accompagnement gratuits). La construction, l'agrandissement ainsi que la conversion de réseaux de chaleur vers rejets thermiques et énergies renouvelables sont encouragés.

La vente d'attestations de CO₂ représente généralement la majeure partie des subventions d'un projet. Actuellement (2020), les attestations de CO₂ sont vendues à 100 CHF/tonne de CO₂ économisée. Ainsi, une économie de 100'000 litres de mazout représente une somme de plus de CHF 20'000.

Autres

D'autres institutions encouragent les projets de chauffage à distance, dans des conditions parfois totalement différentes, p. ex.:

<i>Programmes de soutien structurel de la Confédération</i>	<i>Soutien de projet de toute sorte, dans la mesure où il en résulte un développement économique positif</i>
<i>Fonds de placement et investisseurs ayant des intérêts écologiques</i>	<i>Prêt ou soutien apporté à des projets présentant une plus-value écologique essentielle</i>
<i>Aide Suisse aux Montagnards</i>	<i>Soutien de projet de toute sorte, dans la mesure où la commune sur laquelle se trouve le site est située à plus de 800 mètres d'altitude.</i>
<i>Fondation Suisse pour le Climat</i>	<i>Soutien financier accordé à des projets permettant d'obtenir une meilleure efficacité</i>
<i>Fonds de technologie</i>	<i>Caution de la Confédération pour des prêts destinés à des projets innovants</i>

7.6 Modèles tarifaires**Principe**

Des modèles tarifaires appropriés doivent, du point de vue du fournisseur de chaleur, représenter le plus précisément possible l'ensemble de la structure de coûts. Il convient de noter que les coûts fixes sont indépendants de la quantité de chaleur vendue. Par ailleurs, le tarif doit réagir à l'évolution des valeurs de base, telle que les variations du prix des combustibles.

Seul un modèle tarifaire correctement équilibré peut garantir en continu la rentabilité d'un réseau d'approvisionnement en chauffage à distance, même si les quantités consommées évoluent ou les prix des combustibles varient.

Les clients ont des besoins différents, notamment en matière de coûts de raccordement uniques (voir le chapitre 5, marketing).

Les modèles tarifaires doivent représenter le mieux possible la structure effective des coûts.

Les modèles tarifaires suivants sont courants:

Modèle tarifaire en 3 parties

Un modèle tarifaire en 3 parties est le plus souvent utilisé. Il est composé de:

Un modèle tarifaire en 3 parties est le plus souvent utilisé.

Contribution unique aux frais de raccordement	Contribution unique versée à l'exploitant ou au propriétaire du réseau de chauffage. Elle couvre (en partie) les frais uniques du raccordement au chauffage à distance.
Prix de base annuel	Le prix de base annuel est généralement fonction de la puissance de raccordement convenue et ne dépend pas de la quantité de chaleur acquise. Le prix de base annuel couvre les coûts fixes du fournisseur de chauffage à distance, dans la mesure où ils ne sont pas déjà indemnisés dans la contribution aux frais de raccordement. Le prix de base annuel est adapté chaque année en fonction de l'indice suisse des prix à la consommation ou d'autres valeurs de base.
Coûts de l'énergie	Les coûts de l'énergie résultent de la consommation de chaleur mesurée multipliée par le tarif de l'énergie. Le tarif de l'énergie est adapté chaque année à l'aide des sources d'énergie qui la composent, p. ex. prix des copeaux de bois, prix du mazout ou tarif de l'électricité.

Modèle: indexation des coûts

Raccordement d'un immeuble d'habitation avec une puissance de raccordement de 40 kW à un réseau de chauffage à distance:

Taxe de raccordement unique = 40'000.00 CHF

$$\text{Prix de base annuel} = 1'800 \text{ CHF} \times \frac{\text{IPC actuel}}{\text{IPC de base}}$$

$$\text{Coûts de l'énergie} = 58 \frac{\text{CHF}}{\text{MWh}} \times \left(\frac{\text{PM actuel}}{\text{PM de base}} \times 0,6 + \frac{\text{G actuel}}{\text{G de base}} \times 0,4 \right)$$

IPC actuel	Indice suisse des prix à la consommation, février de l'année en cours (série de décembre 1982 = 100) (source: Office fédéral de la statistique, www.statistik.admin.ch)
IPC de base	148.7 = indice suisse des prix à la consommation de décembre 95
PM de base	Prix du mazout actuel 0,55 CHF/ltr
PM actuel	Prix à la consommation HEL, moyenne annuelle de l'année dernière pour 6'000–9'000 ltr (source: Office fédéral de la statistique) au minimum 0,55 CHF/ltr
G actuel	Tarif d'électricité G de l'année en cours de EW AG
G de base	115 CHF/MWh = tarif d'électricité G (2014) EW AG

Modèle tarifaire en 2 parties

Dans le modèle tarifaire en 2 parties, le montant des coûts de raccordement uniques est inclus dans le prix de base annuel. Le prix de base annuel est d'autant plus élevé. Cela est particulièrement attractif pour les consommateurs de chaleur qui veulent maintenir leurs coûts initiaux au plus bas niveau possible, p. ex. lorsqu'un immeuble avec un raccordement au chauffage à distance doit être vendu à un bas coût ou pour des entreprises industrielles, qui ne veulent pas immobiliser leurs moyens financiers pour un investissement initial unique.

Modèle tarifaire en 1 partie

Un modèle tarifaire en 1 partie est convenu dans de rares cas. Ce faisant, tous les coûts sont répercutés sur le prix de l'énergie ou un tarif forfaitaire peut même être convenu en cas de coûts variables très faibles.

Ce modèle comprend certains risques pour le fournisseur de chauffage à distance ainsi que pour le consommateur de chaleur, notamment si la quantité consommée ou la puissance consommée évoluent pendant la durée du contrat.

Incitations tarifaires

Il est également possible de doter le modèle tarifaire d'incitations particulières. Une réduction du prix de l'énergie (prix du travail) en fonction de la température de retour du consommateur de chaleur peut notamment s'avérer pertinente. Pour les différentes raisons susmentionnées, des températures de retour basses sont souhaitables du point de vue du fournisseur de chaleur.

7.7 Organe responsable du projet

Les réseaux d'approvisionnement en chauffage à distance sont généralement réalisés et exploités par des organismes publics ou des contracteurs. Les réseaux de chauffage de très petite taille sont parfois également réalisés par d'autres organismes (coopératives d'habitation, entreprises industrielles produisant des rejets de chaleur, scieries produisant des déchets de bois, etc.).

Organisme public

Dans le cas des organismes publics, ce sont des communes, des cantons ou des établissements publics tels que des syndicats, des services techniques ou autres qui réalisent et exploitent le projet.

Particularité: la volonté de l'État étant de garantir et d'améliorer la prospérité globale, des projets qui sembleraient inintéressants à des entreprises uniquement motivées par des aspects économiques peuvent également être mis en œuvre.

Le fait que les projets soient financés par les pouvoirs publics, les voies décisionnelles sont plus longues et mènent parfois à des votations. Par ailleurs, l'appel d'offres du projet est souvent soumis à une procédure de soumission publique.

Contracteur

Dans le cadre du contracting, un fournisseur spécialisé se charge de la construction, de l'exploitation des installations, ainsi que de la livraison de chaleur. L'ensemble du risque entrepreneurial est transféré au contracteur.

Les contracteurs sont généralement évalués à l'aide d'un appel d'offres de contracting. Celui-ci se base sur une étude de faisabilité élaborée par des ingénieurs spécialisés ou sur un projet préliminaire.

8. Exploitation

Résumé

Le chapitre suivant décrit les expériences tirées de l'exploitation d'un réseau de chauffage à distance avec les installations de production et le réseau de distribution. Nous décrivons par ailleurs des possibilités garantissant une exploitation durable, sûre au niveau de l'approvisionnement et rentable.

8.1 Production et installation de production

Dans le domaine du chauffage à distance, le terme installation de production correspond surtout à la production de chaleur acheminée dans le réseau de chauffage à distance à l'aide d'eau chauffée ou de vapeur et transmise aux clients. La vapeur est surtout utilisée à des fins industrielles.

Dans le cas d'une grande unité de production, la chaleur, qui est générée dans le réseau de chauffage à distance, est un sous-produit lucratif. Du courant électrique est produit à l'aide de turbines à vapeur et les rejets de chaleur issus de ce processus sont ensuite transmis au réseau de chauffage à distance.

En revanche, les réseaux de chauffage à distance de plus petite taille ont une production de chaleur centralisée sans production d'électricité. On renonce souvent à produire de l'électricité, car cela n'est pas rentable pour les petites installations.

8.1.1 Besoins en chaleur

Les besoins en chaleur sont liés aux saisons, les installations de production doivent pouvoir y répondre.

Les installations d'approvisionnement en chauffage à distance sont planifiées de sorte à pouvoir couvrir entièrement et à n'importe quel moment le besoin en chaleur maximal de tous les consommateurs de chaleur dans le réseau tout en présentant encore une réserve de puissance. Ceci en raison du fait que la sécurité d'approvisionnement et la redondance constituent une priorité essentielle. Le besoin en chaleur maximal planifié lors de la production n'est donc pas sollicité sur de nombreux réseaux. Et ce d'autant plus que d'autres réserves «non planifiées» s'ajoutent encore à la réserve planifiée. Il s'agit, d'une part, des données de consommateurs qui présentent des réserves. D'autre part, les consommateurs n'ont pas tous une consommation de chaleur maximale en même temps. Plus le réseau de chauffage à distance est grand, plus cet effet est amplifié, ce qui conduit à un lissage du besoin en chaleur.

Les besoins en chaleur sont soumis aux températures extérieures saisonnières. Le graphique suivant montre l'absorption d'énergie thermique d'un réseau de chauffage à distance pendant une année civile:

Absorption de chaleur par le réseau (MWh)

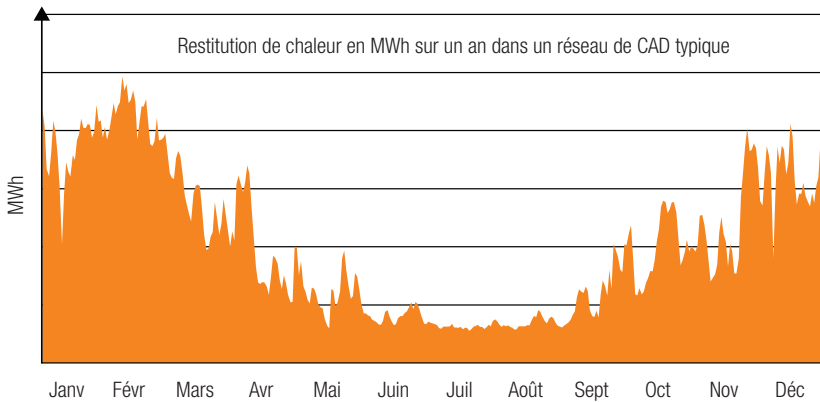


Figure 8-1 Courbe de puissance sur un an d'un réseau de chauffage à distance typique

Les besoins en chaleur les plus élevés interviennent durant les mois d'hiver pour le chauffage des bâtiments. La chaleur supplémentaire destinée au chauffage de l'eau chaude sanitaire (ECS) est produite durant les mois d'été. En période estivale, les besoins en chaleur représentent 10 à 15% du besoin hivernal maximal. Cet aspect a une grande influence sur le concept et le dimensionnement de(s) installation(s) de production. Cela est encore plus marqué dans les petits réseaux.

La plus faible consommation de chaleur durant les mois d'été peut être augmentée par des refroidisseurs à absorption décentralisés dans le réseau de chauffage à distance. Ainsi, les ventes de chaleur augmentent aussi en période estivale, ce qui permet à l'exploitant d'augmenter son chiffre d'affaires. Les refroidisseurs à absorption sont de plus en plus souvent utilisés pour la climatisation des locaux chez les clients finaux. Ainsi, un refroidissement intervient directement chez le client final de manière décentralisée à l'aide du chauffage à distance.

8.1.2 Installation(s) de production

Toutes les parties du système, les installations de production ainsi que le réseau de chauffage à distance doivent être remplis en permanence d'eau chaude et être sous pression. Cela est garanti par le maintien de la pression. Cette pression dépend de la différence de hauteur entre l'installation de production et le point le plus haut du réseau, ainsi que la température de l'eau chaude.

Les installations de charge de base et de pointe satisfont les besoins de puissance thermique maximaux.

Installation de charge de base

L'installation de production de chaleur dominante doit présenter une durée de fonctionnement la plus élevée possible pendant l'année. Elle est choisie de sorte à produire de la chaleur de la manière la plus durable possible. Les rejets de chaleur en sont un bon exemple. L'installation de charge de base ne doit pas obligatoirement couvrir tous les besoins en chaleur du réseau. En cas de manque de chaleur, d'autres sources de chaleur sont utilisées pour couvrir la charge de pointe (installations de charge de pointe).

Installations de charge de pointe

Les installations de charge de pointe couvrent les pics de charge qui ne peuvent pas être satisfaits par l'installation de charge de base. En principe, il est pertinent que ces installations affichent un temps de réaction court, afin que les pics de puissance à court terme puissent être absorbés. Ainsi, ce type d'installation pourrait se composer d'une chaudière à gaz. Pour augmenter le caractère renouvelable des énergies utilisées, la chaudière pourrait également être exploitée avec du biogaz.

Les grands avantages du chauffage à distance sont les suivants: répartition et utilisation individuelle d'installations de charge de base et de pointe et possibilité d'utiliser diverses technologies. Elles permettent une exploitation optimale et rentable, tandis que les chauffages individuels sont moins variables et moins flexibles.

8.1.3 Perte de production et redondance

Interruption de production

Les interruptions dans les installations de production de chaleur ne sont pas souhaitables pour un approvisionnement en chaleur sûr, mais elles peuvent survenir dans le fonctionnement quotidien. Il convient ici de distinguer deux cas différents: la panne planifiée et la panne non planifiée. Dans les deux cas, il est recommandé de concevoir l'installation / les installations de production de sorte qu'un «approvisionnement de base» puisse subsister pour assurer la sécurité d'approvisionnement. Contrairement à un chauffage individuel, cela peut être réalisé à moindres frais en utilisant une combinaison optimale d'installations de charge de base et de pointe, car les deux installations peuvent fonctionner comme des unités de production redondantes.

Pour minimiser toute panne provenant du système de contrôle des processus, il est recommandé de le concevoir de manière redondante.

Panne planifiée, révision

Panne planifiée

Une interruption planifiée est programmée dans la plupart des cas pour effectuer une révision de l'installation de production ou d'autres parties du système. Les composants clés essentiels sont alors maintenus en bon état. Dans la mesure où les besoins en chaleur sont moindres durant les mois d'été, cela s'avère être le meilleur moment pour une interruption planifiée. Si un réseau de chauffage à distance a plusieurs sources de chaleur, il est possible de maintenir l'approvisionnement en échelonnant les interruptions.

Panne non planifiée, perturbations

Panne non planifiée

Les interruptions non planifiées s'expliquent généralement par des dysfonctionnements de toute sorte dans l'installation de production ou dans le réseau de chauffage à distance (voir à ce sujet le chapitre 8.2.2 Dysfonctionnements)

8.1.4 Sources d'énergie

Source d'énergie primaire

Le choix de la source d'énergie est un critère clé pour la rentabilité d'un chauffage à distance.

Les sources d'énergie visant à produire de la chaleur peuvent être très différentes, p. ex. biomasse (bois), déchets biogènes, ordures, géothermie, eaux souterraines, eaux usées ou rejets de chaleur provenant de divers processus en amont (p. ex. de la production d'électricité). Il est souhaitable que la source d'énergie primaire produise la plus grande partie de la chaleur produite (charge de base). Par conséquent, il convient de veiller à ce que la source d'énergie primaire satisfasse les exigences suivantes:

- **Économique**
La source d'énergie primaire doit être la plus économique possible et générer des coûts de stockage les plus faibles possible.
- **Écologique**
La source d'énergie primaire doit être si possible neutre en CO₂, renouvelable et donc durable.
- **Disponibilité / acquisition**
La source d'énergie primaire doit toujours être disponible, simple à acquérir et facile à gérer.

Source d'énergie secondaire

La source d'énergie secondaire est utilisée pour la couverture de la charge de pointe et doit pouvoir être rapidement utilisée pour répondre à l'augmentation des besoins en chaleur. Cela est souvent réalisé avec du gaz naturel ou du mazout. Si des combustibles fossiles sont utilisés, il convient de veiller au bilan écologique conformément aux facteurs d'énergie primaire (voir SIA 416-1).

8.1.5 Eau chaude

Le fluide le plus fréquemment utilisé pour transporter de la chaleur dans le réseau de chauffage à distance est l'eau. De la vapeur est également utilisée à titre exceptionnel. La vapeur est utilisée, lorsque le processus technique en aval l'exige (p. ex. une blanchisserie qui doit répondre à des normes hygiéniques élevées pour les hôpitaux).

L'eau chaude est traitée pour protéger les installations.

Traitement

Les composants / agrégats de l'installation de production ainsi que les conduites du réseau de chauffage à distance sont en acier. L'acier subit une corrosion en milieu acide (valeur pH < 7), mais est résistant en milieu alcalin (valeur pH > 7).

L'eau chaude est traitée pour protéger l'ensemble des installations. L'eau chaude est généralement dessalée, dégazée et régulée à une valeur pH comprise entre 9 et 10. L'eau d'alimentation qui est ajoutée au réseau pour compenser les pertes d'eau est traitée de la même manière. Il est également possible d'utiliser de l'eau potable conditionnée avec des additifs conformes aux normes du marché.

Ces mesures permettent de protéger les composants et d'éviter la corrosion. Cela contribue de manière considérable à empêcher les pannes non planifiées.

L'AGFW a élaboré une feuille de travail correspondante (AGFW FW 510), qui décrit les exigences posées envers la qualité de l'eau de circulation. Des informations sont fournies sur les valeurs de référence et empiriques liées à la chimie en solution aqueuse pour garantir la disponibilité des installations sans risque.

L'association VGB (Technische Vereinigung der Grosskraftwerkbetreiber) a rédigé des recommandations sur les valeurs de référence dans la fiche technique correspondante VGB-M 410 «Exigences de qualité relatives à l'eau du chauffage à distance». Pour les systèmes eau / vapeur, la norme VGB VGB-S-S-010-T-00; 2011-12. DE recommande des valeurs de référence pour la qualité de l'eau d'alimentation, l'eau de la chaudière et la qualité de la vapeur visant à garantir un fonctionnement sûr et économiquement raisonnable.

8.2 Distribution

Distribution de chauffage à distance: la chaleur produite est fournie au client à l'aide d'un système de conduites.

L'eau chaude est pompée par un système de conduites jusqu'au consommateur (client). Chez le client, la température d'amenée chaude restitue la chaleur au chauffage à l'aide d'un échangeur de chaleur. L'eau chaude refroidie par l'échangeur de chaleur retourne vers l'installation de production de chaleur, où elle est à nouveau chauffée. L'eau chaude du chauffage à distance circule ainsi dans un circuit fermé. Le système du chauffage à distance et sa distribution de chaleur jusqu'au client final sont répandus dans le monde entier. Le système standardisé de distribution de chaleur est simple à utiliser, éprouvé depuis des décennies et a fait ses preuves.

8.2.1 Dommages sur le réseau

Le système de conduites est exposé et soumis à différents dangers.

Le système de conduites est en grande partie posé dans le sol et n'est pas accessible. Ce système est majoritairement posé en terrain public, où a lieu un conflit d'intérêts avec divers autres ouvrages et conduites industrielles. Il est donc soumis à des influences et des risques très différents. Mais, lorsque les règles de la technique et du contrôle qualité sont respectées, les éventuels dommages touchant le système de conduites sont calculables et surviennent très rarement.

En principe, il convient de faire une distinction entre dommages causés au système et dommages tiers. Il est recommandé d'établir une statistique des sinistres.

Dommages liés au système

Les dommages liés au système sont des dommages qui peuvent être dus à des composants du système ainsi que des travaux de montage de qualité insuffisante.

Ils concernent essentiellement:

- L'exécution de raccords à manchons
- Des joints de soudure présentant des fuites (soudures faites sur le chantier / soudures faites par le constructeur de tubes)
- Un montage incorrect de systèmes de localisation de défauts
- Des défauts de qualité sur les tubes gainés
- Des défauts de qualité sur l'isolation thermique des tubes
- Un transport / stockage et une pose incorrects des tubes
- Un système de conduites qui n'a pas été conçu pour la bonne pression de service
- Un système de conduites qui n'a pas été conçu pour la bonne température de fonctionnement
- Une pose dans des conditions d'encombrement défavorables
- Un lit réalisé avec des matériaux de mauvaise qualité

Les dommages liés au système survenant sur les tubes ont fortement diminué au cours des dernières années. L'application de mesures de contrôle qualité a contribué à ce résultat positif. Ces mesures comprennent notamment des contrôles radiographiques de tous les raccords de tubes en acier situés dans la zone non visible ainsi que des essais à l'eau pressurisée.

Dommages tiers

Les dommages tiers sont notamment causés par des travaux de construction à proximité du système de conduites, des affaissements (mouvements) de sous-sol instable ainsi que par la modification du recouvrement. La plupart des dommages tiers sont évitables, lorsque la position exacte du système de conduite est connue. Un cadastre actuel des conduites doit être tenu et mis à jour.

8.2.2 Dysfonctionnements au sein du réseau

Les fuites font partie des dysfonctionnements les plus fréquents dans les réseaux de chauffage à distance. Elles se traduisent par l'augmentation du débit de réalimentation de l'eau chaude dans le réseau. Autre indice: le niveau augmente dans l'installation d'expansion pour continuer à garantir le maintien de la pression.

Selon la taille du réseau de chauffage à distance et du traitement de l'eau, quelques mètres cubes d'eau de réalimentation par jour peuvent constituer un problème qui doit être résolu immédiatement. Il existe plusieurs outils permettant de détecter les problèmes, tels que:

Systèmes de surveillance et de localisation des erreurs.

Des systèmes travaillent sur une base électrique à l'aide d'un système de localisation des erreurs passant dans le revêtement en mousse isolant du tube médian (p. ex. système de mesure et de câbles de détection). Grâce à cette surveillance continue, des modifications de l'état électrique des appareils de surveillance centralisés peuvent être enregistrées et les différences de taille peuvent être affichées via des messages correspondants.

Les autres méthodes permettant de constater les dommages sont:

- Inspection visuelle (p. ex. tronçons de route séchant rapidement)
- Thermographie
- Fermeture ciblée de certains tronçons avec des appareils de surveillance de la pression
- Localisation de fuites avec des gaz traceurs (p. ex. gaz traceur à base d'hélium sous forme dissoute avec la méthode eau / hydrogène / multi-gaz)

L'AGFW a élaboré des feuilles de travail, qui décrivent en détail différentes possibilités de trouver des fuites (voir à ce sujet AGFW FW 435 partie 1 - 7).

8.3 Aspects organisationnels

Les dépenses liées à l'organisation et au personnel peuvent varier en fonction de la taille et de la complexité de l'installation de production (chaleur et/ou froid) et du réseau de distribution correspondant.

Cela commence par la surveillance, qui peut être exécutée automatiquement par un système de contrôle sans personnel. Ce faisant, des signaux d'alarme sont transférés aux services concernés (internes ou externes) chargés de mettre en place des mesures. Dans les grandes installations, il convient d'opter pour la surveillance combinée (homme / système de contrôle). Les mesures nécessaires peuvent ainsi être mises en œuvre plus rapidement.

L'entretien des installations de production et de distribution peut être réalisé par le personnel de l'entreprise ou être externalisé par le biais d'un contracting.

Aspects organisationnels: l'exploitation d'un réseau de chauffage à distance nécessite une surveillance réalisée à l'aide d'un système de contrôle et de personnel.

8.3.1 Exploitation

L'exploitation de réseaux de chauffage à distance offre à l'exploitant différentes possibilités d'expansion concernant le réseau et les installations, car la demande de solutions de chauffage pertinentes d'un point de vue écologique, telles que le chauffage à distance, augmente continuellement.

A partir d'une certaine taille de réseaux de chauffage à distance, un système de contrôle venant soutenir un personnel parfaitement formé doit être utilisé.

Personnel

Si, lors de la construction et de l'extension des réseaux de chauffage à distance, une attention particulière est accordée au respect des règles de la technique et à la garantie d'un contrôle qualité, les dépenses en personnel sont relativement limitées dans les réseaux de chauffage à distance.

La sécurité au travail (chapitre 1.8) doit être garantie en permanence. Le personnel doit également être formé à intervalles réguliers.

Contracting

L'exploitation peut également être exécutée par des entreprises tierces. L'étendue de la livraison et des services préalablement définie dans un contrat doit être prise en compte. Il convient de déterminer en détail et de convenir par contrat si l'exploitation et la maintenance sont couverts dans les travaux à effectuer ou si les travaux se limitent uniquement à l'exploitation ou à la maintenance (voir chapitre 9.5).

Gestion des données

La gestion des données est indispensable pour que l'exploitation d'un réseau de chauffage à distance soit réussie et transparente. Cela comprend une documentation détaillée, complète et actuelle de l'exploitation. Toutes les installations (mécaniques et liées à la technique de commande) sont décrites dans le détail avec tous leurs composants et archivées pour des raisons de transparence. Cela peut être effectué sous forme électronique et/ou papier.

L'enregistrement des données d'exploitation sert également à garantir la transparence de l'exploitation en cours. Tous les recalculs portant sur l'exploitation globale (puissance, énergie, coûts, indicateurs, etc.) peuvent être faits grâce à une collecte complète de données d'exploitation. Cela est très utile d'un point de vue opérationnel, pour l'avenir économique de l'exploitation ainsi que pour fournir des justifications vis-à-vis de parties prenantes internes et externes.

La planification de la maintenance des installations de production et de distribution à l'aide d'un logiciel est également utile. Cela permet de saisir par écrit les dommages, problèmes d'exploitation, défauts et travaux périodiques et de les hiérarchiser. Cet outil constitue le point de jonction entre l'exploitation et la maintenance. Il constitue également une aide pour garantir la sécurité et documenter l'état de l'exploitation de chauffage à distance lors de contrôles externes (réalisés par ex. par l'ASIT).

Coûts et budget

Les expériences opérationnelles montrent que 0,5% du montant des investissements dans le réseau suffit. Ce chiffre inclut l'entretien et les relevés de compteur au sein des réseaux de chauffage à distance.

Outils, pièces de rechange, consommables et moyens auxiliaires

L'exploitation et la maintenance du réseau de chauffage à distance nécessitent un atelier fonctionnel doté d'un parc de machines, d'outils et d'appareils de contrôle adaptés (mécaniques et liés à la technique de contrôle-commande). Cela inclut également une mise à disposition des nombreux matériaux et pièces de rechange nécessaires, qui doivent pouvoir être utilisés immédiatement afin de garantir la non-interruption de l'exploitation en cas de panne.

Les consommables destinés au graissage des parties du système, des filtres de toutes sortes, la résine destinée au traitement de l'eau sont indispensables et doivent toujours être en stock.

8.3.2 Maintenance

L'objectif est de garantir la durée de vie et la sécurité des installations grâce à une maintenance préventive, ainsi que de minimiser les perturbations. Cela doit permettre de garantir un approvisionnement le plus parfait possible des clients et de ralentir le vieillissement naturel des installations.

Stratégies

La maintenance peut être perçue différemment et fait largement partie de la philosophie et de la stratégie de l'entreprise. Les stratégies de base pour la maintenance sont la réparation des dommages, la prévention des dommages et la maintenance adaptée à l'état de l'installation. Chacune de ces stratégies de base a ses avantages et ses inconvénients. La feuille de travail AGFW FW114 traite des exigences minimales des stratégies de maintenance et de la planification de réhabilitation.

Réparation des dommages

Cette stratégie permet de réaliser une maintenance basée sur les événements. Une réparation n'est effectuée que lorsqu'un dommage se produit. Elle est également appelée «run-to-failure». La durée de vie des installations et de leurs parties est totalement épuisée et les dépenses de planification pour les mesures de maintenance sont modérées.

Les avantages de cette stratégie sont:

- Faibles coûts d'investissement
- De faibles connaissances de l'installation suffisent

Les inconvénients de cette stratégie sont:

- Pannes souvent non planifiées, mauvaise sécurité d'approvisionnement et donc clients moroses
- Durées de panne plus longues
- Réparations effectuées sous la pression et donc qualité de travail généralement mauvaise

La maintenance prolonge la durée de vie des installations, différentes stratégies sont applicables.

Réparation des dommages

Prévention des dommages

Prévention des dommages

Maintenance périodique (et préventive): les mesures de maintenance sont planifiées et effectuées dans les délais. Les dommages causés par des influences extérieures (p. ex. des tiers) n'ont pas d'influence sur la planification.

Les avantages de cette stratégie sont:

- Procédures planifiables
- Sécurité d'approvisionnement élevée

Les inconvénients de cette stratégie sont:

- Connaissances nécessaires sur le comportement de défaillance
- Exploitation insuffisante du niveau d'usure des composants en raison de l'échange préventif
- Coûts de maintenance très élevés

Maintenance adaptée à l'état de l'installation

Maintenance adaptée à l'état de l'installation

Cette méthode prend en compte l'état actuel de l'installation. Des mesures peuvent être adaptées à l'état de l'installation au cours du temps. Cela nécessite une analyse périodique de l'état de l'installation. On obtient ainsi une meilleure exploitation du niveau d'usure. Les intervalles d'inspection peuvent également toujours être redéfinis en fonction de l'état actuel. Des composants standardisés permettent une disponibilité rapide en cas de stock de pièces détachées réduit. Les interruptions et les pannes, qui ne sont pratiquement pas perçues par le client final, sont très brèves et l'immobilisation de capital est très faible.

Les avantages de cette stratégie sont:

- Procédures planifiables
- Sécurité d'approvisionnement élevée

Les inconvénients de cette stratégie sont:

- Temps d'inspection élevés
- Ne convient pas à tous les objets de maintenance
- Coûts de maintenance élevés

Maintenance basée sur le risque

Maintenance basée sur le risque

La maintenance basée sur le risque fait une distinction entre la probabilité que le dommage survienne et l'ampleur du dommage. Des parties du système stratégiquement peu importantes sont traitées comme lors de la maintenance basée sur les événements.

Les avantages de cette stratégie sont:

- Faibles coûts d'investissement
- Limitation du risque de panne

Les inconvénients de cette stratégie sont:

- Connaissances nécessaires de la situation à risque

Chaque fournisseur d'énergie doit décider quelle stratégie il doit suivre. Une autre stratégie peut être appliquée selon les parties du système.

Pour certaines parties (p. ex. le compteur de chaleur et le réservoir sous pression), le législateur prévoit des intervalles de maintenance.

9. Questions juridiques

Résumé

Le chapitre Questions juridiques traite des conditions-cadres juridiques, qui doivent être prises en compte lors de la planification et de la construction d'une installation de chauffage à distance.

9.1 Planification directrice

Conformément au mandat imparti par l'art. 8 de la l'ordonnance sur l'aménagement du territoire, des exigences techniques doivent être posées pour l'établissement des plans directeurs. Ce mandat vise à répondre aux exigences de la Confédération.

La planification directrice fixe les conditions-cadres stratégiques.

Donner des instructions sur l'intégration adéquate de plans directeurs dans les procédures politiques et administratives ne relève pas des compétences de la Confédération.

Le plan directeur sert à l'organisation spatiale, la coordination et à la prévention:

- Il montre comment les activités ayant une influence sur l'aménagement du territoire peuvent être harmonisées au regard du développement territorial visé et de la protection durable de l'environnement.
- Il détermine l'orientation future de la planification et de la collaboration, notamment en définissant les principaux éléments du développement territorial visé par le canton (p. ex. concepts, principes) et en élaborant des directives relatives à l'harmonisation des occupations de sols et à la coordination des différents domaines et désigne les étapes nécessaires pour y parvenir.
- Il donne aux collectivités de tout niveau chargées de la planification des directives contraignantes pour l'exercice du cadre de l'établissement des plans.

De par sa nature, le plan directeur représente à la fois un instrument d'orientation et un outil de coordination. Il se distingue par là aussi bien de la conception directrice que du plan d'affectation. Sur la base d'une pesée globale des intérêts en présence, il définit l'orientation future de la planification et de la collaboration et définit les mesures nécessaires.

Pour le canton, le plan directeur représente un instrument stratégique lui permettent de mettre en valeur ses chances et ses potentialités spatiales en engageant parallèlement la Confédération et les cantons voisins. Certes, un canton ne peut à lui seul obliger ses partenaires à adopter telle ou telle solution; mais il peut, grâce à une collaboration menée en temps utile, faire reconnaître ses besoins. Plus les travaux de planification du canton sont solidement étayés, meilleure sera la position du canton face à la Confédération et aux cantons voisins. Le plan directeur acquiert ainsi le caractère d'un instrument de gestion et de coordination au service du développement spatial de tout le canton.

A une époque où aussi bien l'espace que les ressources financières sont particulièrement limités, le plan directeur apporte encore d'autres avantages. Une organisation spatiale judicieuse et une coordination adaptée n'aident pas seulement à réduire les coûts de la construction, d'entretien et de rénovation des réseaux d'infrastructure: elles peuvent également contribuer de façon déterminante à prévenir les atteintes à l'environnement.

Une plus grande transparence et une meilleure organisation et une coordination plus étroite des procédés permettent en outre de simplifier et d'accélérer le déroulement des procédures. Une planification bien coordonnée réduit en effet le risque d'oppositions ultérieures. Enfin, le plan directeur constitue aussi un instrument d'information, de collaboration et de résolution des conflits.

9.2 Force obligatoire pour les autorités

Lorsqu'il y a une force obligatoire pour les autorités, la sécurité de planification et les taux de raccordement sont garantis.

Le caractère obligatoire d'un plan directeur peut être défini comme suit:

- Le plan directeur lie toutes les autorités chargées de tâches à incidence spatiale et donc également les autorités fédérales et les cantons voisins.
- Le plan directeur lie les autorités dans leurs décisions d'aménagement. Cela s'applique en particulier aux pesées des intérêts qui sont à la base des spécifications du plan directeur: les instances de planification subordonnées restent liées à de précédentes pesées d'intérêts au sein de leur marge de détermination. Le contrôle de la légalité demeure réservé.
- Un élément du plan directeur demeure valable aussi longtemps que les données de base, les objectifs et les mesures prévues ne se modifient pas de manière substantielle. Si les circonstances sont modifiées ou s'il est possible de trouver une meilleure solution d'ensemble, les autorités peuvent exiger une adaptation du plan directeur.
- Une nouvelle interprétation de certaines données de base qui irait à l'encontre du plan directeur ne peut annuler une décision prise dans le cadre du plan directeur. En ce sens, l'autorisation du plan directeur a des répercussions indirectement contraignantes sur les données de base. Demeure réservé le cas où les circonstances se sont modifiées et où de nouveaux éléments résultants d'analyses ultérieures sont apparus.
- Le plan directeur ne connaît pas de caractère obligatoire différencié. Les éléments du plan directeur ont toutefois des répercussions diverses selon qu'il s'agit d'éléments coordonnés, encore à coordonner ou uniquement d'informations préalables. Les répercussions diverses découlent des instructions concrètes de coordination (décisions du plan directeur portant sur la marche à suivre). Les décisions contenues dans le plan directeur revêtent toutes un caractère obligatoire identique, indépendamment des catégories de coordination décrites à l'art. 5, al. 2 OAT.

9.3 Obligation de raccordement

Une obligation de raccordement doit continuer à augmenter la probabilité de raccordement. L'obligation de raccordement ne peut être imposée que dans certaines conditions et nécessite une température d'amenée élevée dans la planification communale.

Dans le cadre de l'approvisionnement énergétique, le chauffage à distance s'est toujours trouvé en concurrence avec le gaz, le fuel et l'électricité. Parfois, les communes souhaitent promouvoir le chauffage à distance en introduisant une obligation de raccordement et d'utilisation.

Les différents règlements communaux des cantons constituent les bases juridiques de l'introduction d'une obligation de raccordement et d'utilisation du chauffage à distance. Ils autorisent généralement les communes à introduire une obligation de raccordement et d'utilisation pour des équipements communaux. Il faut que cette obligation soit nécessaire pour des raisons de «bien commun», de «santé publique» ou de gestion de la qualité de l'air. Il doit toutefois exister un besoin public. Pour introduire une obligation de raccordement et d'utilisation, le législateur local doit adopter une charte. Il convient de souligner que le législateur local doit peser avec soin le pour et le contre d'une telle obligation avant l'adoption de la charte.

L'obligation de raccordement et d'utilisation des communes peut également être promulguée pour des raisons de protection générale du climat. Une obligation de raccordement et d'utilisation peut également être introduite via un plan d'occupation. L'évolution historique montre que les exigences nécessaires à une introduction de l'obligation de raccordement et d'utilisation ont été partiellement assouplies et ne sont plus liées qu'à la nécessité du «bien commun». L'introduction d'une telle obligation est autorisée si la zone concernée se situe dans une agglomération, une grande ville, présente une densité de population élevée ou s'il s'agit d'une station thermale.

Dans la pratique, les communes introduisent de plus en plus rarement une obligation de raccordement et d'utilisation pour le chauffage à distance, car cela n'entraîne pas seulement une obligation de raccordement et d'approvisionnement, mais également une position de monopole avec un examen critique des prix. La plupart des communes et des sociétés d'approvisionnement aspirent donc à affirmer et étendre leur position sur le marché de l'approvisionnement en énergie en proposant des offres avantageuses, en faisant preuve d'une grande convivialité envers la clientèle et leur offrant une large offre de services.

9.4 Loi de soumission

La Confédération et les cantons régissent la passation de marchés publics différemment. La Confédération utilise la loi fédérale sur les marchés publics (LMP; RS 172.056.1) et l'ordonnance sur les marchés publics (OMP; RS 172.056.11). Les services adjudicateurs cantonaux et communaux sont soumis à l'accord intercantonal sur les marchés publics (AIMP). Les organismes de droit public sont également soumis au droit des marchés publics.

Les soumissions se sont imposées et doivent empêcher tout traitement arbitraire.

Une distinction est faite entre les marchés de services, de travaux et de fournitures. Il convient à cet égard d'observer les principes suivants:

- Non-discrimination et traitement égalitaire
- Concurrence efficace et ouverture du marché
- Utilisation rationnelle des ressources publiques
- Devoir de récusation
- Respect des dispositions applicables en matière de sécurité au travail et de conditions de travail
- Egalité de traitement entre hommes et femmes

Un système de protection juridique est par ailleurs prévu afin que les soumissionnaires puissent faire valoir leurs droits.

Les services adjudicateurs soumis à la loi fédérale sur les marchés publics (LMP) peuvent procéder à des négociations de prix. Mais les négociations de prix ne sont pas autorisées selon l'Accord intercantonal sur les marchés publics (AIMP).

Les procédures suivantes sont appliquées en fonction du volume de la commande:

- Procédure ouverte ou sélective
- Procédure invitant à soumissionner
- Procédure de gré à gré

9.5 Financement et propriété du réseau de chauffage à distance

Dès la planification d'un réseau, le fournisseur doit se demander selon quels modèles d'approvisionnement et d'exploitation il souhaite créer et exploiter le réseau. Il doit également réfléchir au modèle qu'il souhaite appliquer vis-à-vis du client. Dans ce contexte, il convient d'établir une distinction entre les domaines suivants:

- La production (centralisée dans une centrale thermique propre ou à partir de sources de rejets de chaleur ou décentralisée chez les clients à partir d'une centrale thermique)
- Le réseau de l'installation de production jusqu'aux clients
- Les installations du client

Modèle autonome ou modèle d'exploitant

Le modèle autonome repose sur la responsabilité propre de l'exploitant d'une centrale de chauffage, c'est-à-dire que le fournisseur est responsable des investissements dans les installations de production d'énergie et le réseau, ainsi que de l'exploitation économique de la production de chaleur et du réseau.

Avantages

- Coûts de revient de l'énergie définis
- Pas de financement du risque ou du gain d'un tiers

Inconvénients

- Obligation d'engager un personnel dûment formé pour la maintenance et l'exploitation des installations

Contracting énergétique

Par contracting énergétique, on entend l'externalisation de la planification, du financement, de la construction et de la maintenance d'une installation d'approvisionnement énergétique et du réseau à un contracteur.

La souscription d'un tel contrat transférerait les parcelles de construction au client de contracting et le contracteur serait indemnisé sur la base de la quantité d'énergie acquise sous la forme d'un prix de revient par kWh. Dans le cas d'un raccordement à 100% au chauffage à distance, le fournisseur serait de fait le contracteur. Dans le cadre d'un contracting, les points suivants doivent être plus particulièrement définis:

- Quantité d'énergie
- Forme d'énergie
- Point de jonction
- Durée du contrat

Avantages

- Coûts annuels prévisibles pour la production d'énergie et le réseau
- Pas d'investissements propres nécessaires
- Un interlocuteur ou responsable pour la livraison d'énergie
- Pas de maintenance de l'exploitation par l'utilisateur (entretien compris dans le contracting)
- Frais de personnel réduits

Inconvénients

- Dépendance vis-à-vis du contracteur (également en cas d'extensions de réseau)
- Prix de l'énergie plus élevé qu'avec une régie propre (couverture de l'investissement, risque contracteur et gain du contracteur)
- Peu d'influence sur l'exploitation et l'optimisation de l'exploitation

Contracting d'exploitation

Par contracting d'exploitation, on entend l'externalisation de l'exploitation d'une installation d'approvisionnement en énergie et du réseau à un contracteur. La planification, le financement et la construction des installations ne sont toutefois pas concernés. Cela signifie que les centrales énergétiques et le réseau appartiennent à l'utilisateur. Ce modèle d'exploitation se situe entre le contracting d'énergie et le modèle d'exploitation autonome. Ainsi, les avantages de la production de chaleur ne sont pas totalement transférés au contracteur. L'exploitation optimale de l'installation est simplement confiée à une entreprise compétente.

Avantages

- Coûts annuels prévisibles concernant la production d'énergie et le réseau
- Prix de revient de l'énergie plus bas que dans le contracting énergétique
- Garantie des bénéfices environnementaux dans l'installation (utilisation de sources d'énergie).
- Pas de maintenance de l'exploitation par l'utilisateur (entretien compris dans le contracting)
- Frais de personnel réduits

Inconvénients

- Investissements nécessaires dans l'approvisionnement énergétique
- Prix d'énergie plus élevés qu'avec une régie propre (couverture risque contracteur, gain contracteur)
- Peu d'influence sur l'exploitation et l'optimisation de l'exploitation

9.6 Relations contractuelles avec le client

Outre la question des modèles d'approvisionnement et d'exploitation possibles, la question du modèle à appliquer vis-à-vis du client se pose également.

9.7 Règlements

Les réseaux d'approvisionnement de grande taille peuvent être adoptés par le biais d'un règlement de chauffage à distance. Cette forme de relations contractuelles n'est pas conçue de manière individuelle, mais est identique pour tous les clients. Les taxes sont conçues sous forme de tarifs. On fait la différence entre un tarif de raccordement au réseau, un tarif de base et un tarif de puissance.

9.8 Contrats de servitude

Avant de s'occuper des accords, il convient de déterminer un aménagement judicieux et envisageable du tracé de la conduite de chauffage à distance.

Aménagement du tracé

La planification du tracé commence par la détermination des points suivants:

- Emplacement (rues, trottoirs, terrains privés ou publics, etc.)
- Distances à définir par rapport aux autres conduites de service industrielles, bâtiments et arbres
- Recouvrement: optimisation de la sécurité (recouvrement minimal) et coûts

Pour des raisons économiques et écologiques, il est pertinent de regrouper les travaux à effectuer et de les coordonner avec d'autres travaux réalisés sur les conduites d'approvisionnement et d'évacuation.

Les autres aspects à prendre en compte lors de la planification du tracé sont les suivants:

- Plans directeurs
- Cartes de zonage des dangers, propriétés et protection du sol
- Niveau de l'eau souterraine
- Constructions et installations existantes ou planifiées
- Racines d'arbres, préoccupations liées à l'agriculture et à la sylviculture, à la protection de la nature et du paysage
- Dangers naturels (glissements de terrain, tremblements de terre, inondations, etc.)

Des robinets d'arrêt, qui apportent une protection contre les dommages, doivent être construits en dehors des zones particulièrement dangereuses. La méthode de construction doit être définie (fossé ouvert, construction sans tranchée, galeries, microtunnelage, etc.).

Il convient de veiller au calcul statique. La longueur et la répartition des coudes de dilatation le long du tracé sont déduites du calcul statique.

Conduites de chauffage à distance sur des biens immobiliers d'autrui

Les conduites de chauffage à distance sont acheminées, dans la mesure du possible, sur des terrains publics. Toutefois, il arrive souvent que des conduites doivent également être posées sur des terrains privés. Dans les zones urbaines, les traversées de tramway et de chemin de fer ne doivent pas être évitées. En principe, ces conduites doivent être garanties par des sûretés réelles via une inscription au registre foncier au titre servitude personnelle, afin de des les protéger (notamment protection de l'investissement). Depuis l'introduction du droit des biens (01.01.2012), les servitudes doivent toutefois faire l'objet d'un acte authentique auprès d'un notaire. La sûreté réelle d'une conduite commence toutefois dès le choix du tracé.

Terrain public appartenant à une commune

Dans le cas des terrains publics, il s'agit notamment de terrains appartenant à une commune. Le terme de terrain public doit donc être spécifié plus en détail en ce qui concerne les droits de passage. En principe, il convient de faire la distinction entre des terrains appartenant au patrimoine administratif (ils sont généralement utilisés via une concession d'usage privatif pour le passage de conduites de chauffage à distance) et des terrains appartenant au patrimoine financier (sûreté réelle avec inscription au registre foncier) d'une commune.

Terrain privé

Idealement, les conduites posées dans des terrains privés doivent être garanties par une sûreté réelle avec souscription d'un contrat de servitude et inscrites au registre foncier. Les conduites de raccordement domestique sont généralement la propriété du propriétaire foncier. Ces conduites ne sont donc pas garanties par une sûreté réelle. Il convient toutefois de porter une attention particulière aux conduites de raccordement domestique, qui, dans leur prolongement, servent au raccordement d'autres immeubles situés sur des terrains de tiers.

Biens-fonds des routes nationales

Chaque utilisation de surfaces de routes nationales (en possession de la Confédération suisse avec l'annotation routes nationales) nécessite impérativement l'autorisation préalable de l'Office fédéral des routes (OFROU). L'Office fédéral autorise ces traversées compte tenu de la nécessité réelle. La nécessité de la sûreté réelle est évaluée au cas par cas par l'OFROU. Pour les guidages parallèles en dehors des lignes de construction de routes nationales, les dispositions des droits de voisinage en vigueur s'appliquent.

Terrains appartenant aux exploitants ferroviaires

Si une voie de chemin de fer ou de tramway doit être traversée, une autorisation doit être impérativement demandée au préalable auprès de l'exploitant de la voie.

Tracé comme base pour la sûreté réelle

Des terrains sont souvent dotés d'un droit de superficie distinct (pour une durée de 100 ans maximum). Il convient alors de vérifier combien de temps encore dure le droit de construction. Acquérir la sûreté réelle sur des terrains ainsi que les droits de construction appartenant à plusieurs copropriétaires est généralement très coûteux et fastidieux.

Il est par ailleurs recommandé de choisir le tracé sur des terrains de sorte qu'aucun effet défavorable ne puisse se produire pour le propriétaire foncier dans le cas d'un lotissement.

Conception de contrats de servitude

La souscription d'un contrat de servitude suppose un consensus entre les parties contractuelles. Pour la conception d'un contrat de servitude, les aspects suivants doivent être respectés, en plus des dispositions formelles:

- *Durée de la servitude: généralement de durée indéterminée (lorsqu'il y a un droit de superficie, jusqu'à la fin de droit de superficie).*
- *Réglementation du droit d'accès*
- *Définition de l'indemnisation pour l'octroi de la servitude*
- *Déclaration expresse de la transférabilité avec des mots-clés*
- *Définition de distances minimales par rapport aux arbres, fondations et conduites industrielles*
- *Clause budgétaire en cas de pose*

Les indemnités pour l'octroi de servitudes de conduites passant dans des terres cultivées sont alignées sur les tarifs d'indemnisation pour les puits et les conduites enterrées dans des terres cultivées agricoles sous la forme d'une recommandation commune notamment de l'Union suisse des paysans (USP) et de la Société suisse de l'industrie du gaz et des eaux (SSIGE).

10. Exemples pratiques

Résumé

Des recommandations permettant d'éviter des erreurs peuvent être tirées d'exemples pratiques, représentés en partie de manière anonyme.

Le chapitre 10.1 mentionne des exemples, qui peuvent être considérés comme des projets phares en raison de leur conception. Des idées novatrices ou des particularités conceptuelles ayant contribué au succès du projet ont été mises en œuvre.

Le chapitre 10.2 expose des exemples, dans le cadre desquels la stratégie de projet et le concept choisis ont fourni des résultats positifs. Il s'agit d'exemples, dont les procédés peuvent être repris dans des situations comparables, afin d'obtenir un bon résultat (best practice).

Le chapitre 10.3 énumère des exemples au cours desquels des décisions typiques prises lors de l'étude de projet ou de la conception ont généré des effets préjudiciables pour l'exploitation et la rentabilité. Ce chapitre montre également comment des solutions alternatives peuvent apporter de meilleurs résultats dans des situations similaires.

Le chapitre 10.4 résume les points communs tirés des exemples sur les problématiques typiques qui se posent dans le cadre des projets de chauffage à distance.

Des recommandations permettant d'éviter des erreurs peuvent être tirées d'exemples pratiques.

Représentation anonyme d'exemples issus de la branche.

10.1 Projets phares

Exemple 1: utilisation d'installations décentralisées

Une UVTED déjà achevée constitue la source de chaleur d'un réseau de chauffage à distance comportant plusieurs branches de réseau. Une branche de réseau a dû être posée sur une grande distance pour atteindre les consommateurs clés et les gros consommateurs. Les consommateurs clés et les gros consommateurs sont des centres d'achat, des entreprises artisanales, industrielles ainsi que des serres. Pour minimiser les coûts d'investissement, les sections de conduites de la branche ont été minimisées et la couverture de pointe est assurée par des îlots de chaudières décentralisés. Par ailleurs, des accumulateurs décentralisés sont utilisés chez les consommateurs pour compenser les variations au cours de la journée.

Réseau pour grandes distances

Le réseau s'avère déterminant pour les investissements.

Évitement de la puissance de pointe par le réseau

Les conditions-cadres de la branche de réseau sont les suivantes:

- La conduite principale de la branche a une section DN 150 et une température d'amenée de 105 °C, ce qui convient pour une puissance allant jusqu'à 10 MW.
- La puissance abonnée de la branche raccordée en 2015 est de 16 MW. De futurs consommateurs supplémentaires sont en pourparlers.
- Deux centrales de chauffage existantes de 5 MW et 6 MW utilisées comme centrales îlots peuvent couvrir la couverture de pointe de toute la branche du réseau.
- Un accumulateur de 500 m³ contribue à compenser les variations au cours de la journée des besoins en chaleur dans la branche du réseau.
- Une serre est dotée d'une station de transfert à deux niveaux. Le retour de la branche du réseau peut ainsi être abaissé à env. 45 °C.



Figure 10-1 Schéma de la branche de réseau avec des chaudières de charge de pointe décentralisées et des accumulateurs de chaleur

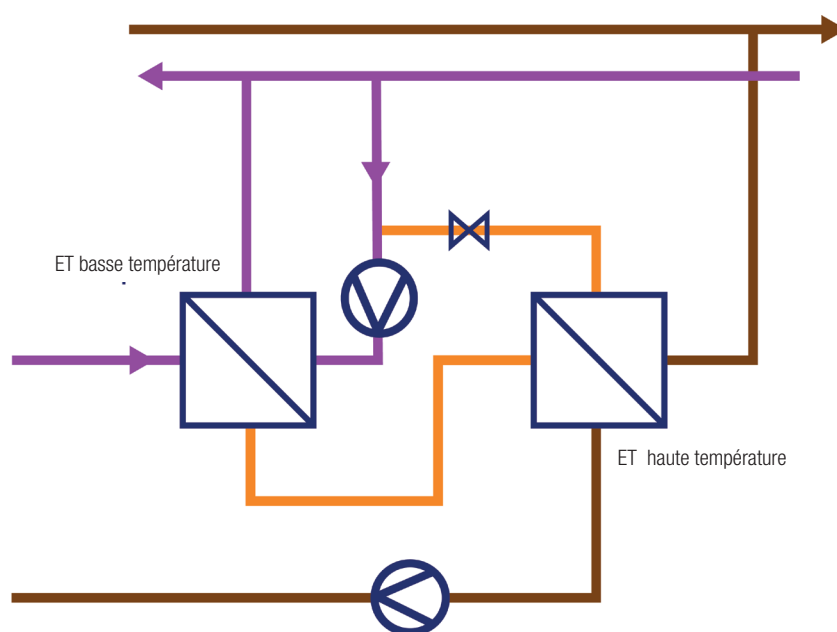


Figure 10-2 Schéma de la station de transfert à deux niveaux

Écart de température élevé pour augmenter la puissance de réseau.

Un échangeur de chaleur basse température utilise la chaleur provenant du circuit de retour. En cas de besoin, un échangeur de chaleur haute température permet de chauffer en complément avec l'amenée chaude. La station convient aux serres, par exemple.

Bilan

- Grâce au positionnement décentralisé des chaudières de charge de pointe et des accumulateurs de chaleur, les investissements dans le réseau sont minimisés.
- L'accumulateur positionné de manière décentralisée et conçu pour le fonctionnement en îlot permet d'exploiter de manière optimale les rejets de chaleur de l'UVTED.
- Des mesures permettant d'obtenir une grande différence de température contribuent à la rentabilité des installations de chauffage à distance.

Exemple 2: production de chaleur à partir des rejets de chaleur

Un processus industriel comprend une étape d'évaporation de saumure. 3 MW de rejets de chaleur sont ainsi générés sous la forme d'un condensat d'une température > 40 °C. Une première idée du concept était d'utiliser le condensat tempéré comme source pour une pompe à chaleur de manière à produire du chauffage à distance.

Une analyse du processus d'évaporation de saumure réalisée à l'aide de l'analyse Pinch a montré que de la chaleur pouvait également être extraite du processus sous la forme d'une liqueur mère chaude (80 °C), d'un condensat chaud (100 °C) et de vapeur excédentaire (145 °C) sans influencer négativement le processus.

Sur la base des flux de rejets thermiques identifiés, un processus d'exploitation thermique réchauffant l'eau du chauffage à distance de manière échelonnée a pu être développé. Le réchauffement est principalement effectué via des échangeurs thermiques, qui extraient la chaleur des flux de rejets thermiques. La particularité de l'intégration énergétique de procédés industriels à l'aide de l'analyse Pinch réside dans le fait que l'eau du chauffage à distance provenant du circuit de retour froid est d'abord préchauffée avec l'énergie la plus faible (solution mère et condensat froid) puis réchauffée avec de la chaleur plus élevée (condensat chaud, vapeur). La chaleur de faible niveau est ainsi utilisée en priorité.

Le processus d'exploitation thermique ainsi développé a permis d'éviter l'installation d'une pompe à chaleur puissante (3 MW). La plus grande partie de la puissance de chauffage peut être principalement fournie par l'intégration énergétique de procédés industriels avec des échangeurs thermiques et sans les besoins électriques élevés de pompes à chaleur.

La chaleur produite est env. 2 ct/kWh moins élevée que dans le cas d'une centrale de pompe à chaleur.

Prise en compte de la source de rejets de chaleur.

Développement du processus permettant de produire de la chaleur selon l'analyse des sources.

Prise en compte de la valeur de la chaleur.

Potentiel d'économies obtenu grâce à l'analyse Pinch.

Utilisation directe avec échangeurs thermiques avant les pompes à chaleur, intégration de processus.

Bilan

En cas de processus complexes présentant un potentiel de rejets thermiques, il est recommandé d'étudier le processus avec précision afin de pouvoir identifier les flux de rejets thermiques pouvant être extraits à un niveau de température le plus élevé possible. Si de la chaleur déjà à haute température peut être utilisée directement via l'intégration des processus, les besoins liés au relèvement de la température, p. ex. via des pompes à chaleur, peuvent être réduits.

Analyse Pinch:
l'énergie ayant la valeur la moins élevée (ici la température), c'est-à-dire un système de préchauffement avec chaleur à basse température et de chauffage d'appoint avec chaleur à haute température, est systématiquement utilisée en priorité.

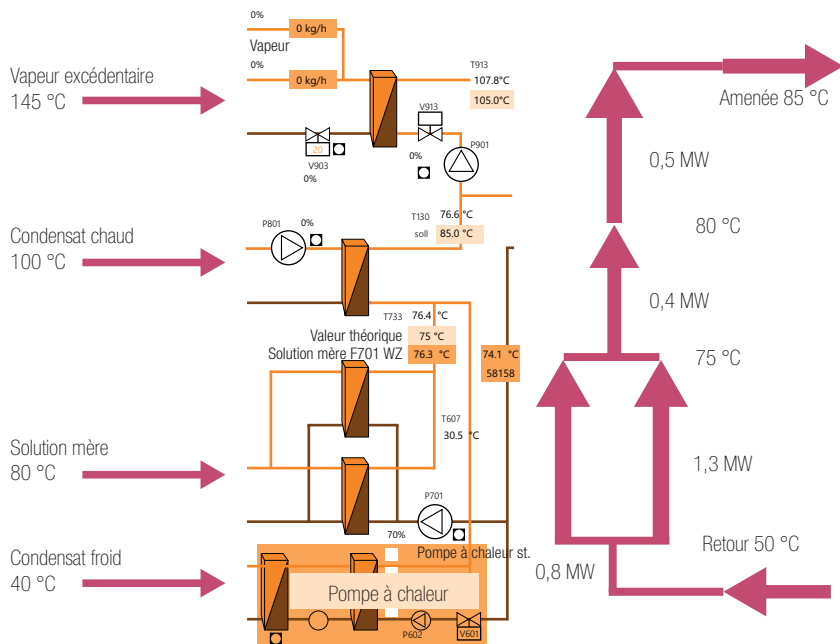


Figure 10-3 Schéma du processus avec analyse Pinch

10.2 Exemples de bonne pratique

Exemple 3: marketing à long terme

A la fin des années 80, la commune de Riehen a inversé les tendances en matière d'approvisionnement énergétique en passant de la chaleur fossile à la chaleur renouvelable. En raison de la situation géologique, une installation géothermique hydrothermale distribuant la chaleur via un réseau de chauffage à distance après un traitement approprié a été construite.

Le projet a été publié dans la commune de Riehen et a ainsi créé une image positive du chauffage à distance à partir de la géothermie. Les habitants de la commune s'intéressent toujours énormément au chauffage à distance alimenté par des énergies renouvelables. L'intérêt manifesté vis-à-vis du raccordement est important. L'approvisionnement en chaleur centralisé est perçu très positivement.

Le projet de réseau de chauffage de Riehen est publié sous la forme d'une étude de cas détaillée depuis juin 2017 sur le site Internet de l'Office fédéral de l'énergie sous la rubrique «Réseaux thermiques».

Parmi les caractéristiques particulières, qui ont contribué au succès du projet, sont citées:

- L'acceptation élevée de la population et de la sphère politique
- Un grand nombre de nouveaux raccordements grâce au bouche-à-oreille
- L'utilisation de l'aquifère géothermal comme histoire à succès
- Une température de retour basse est importante pour le rendement global de l'installation
- Accumulateurs thermiques à grande capacité

Exemple 4: diminution de la température du réseau

Une grande ville possède déjà un chauffage urbain depuis les années 40. Pour des raisons historiques, le réseau de chauffage à distance a une température d'amenée élevée de 170 °C.

Pour pouvoir utiliser davantage de rejets de chaleur pour le chauffage à distance et concevoir efficacement des processus CCF pour l'approvisionnement en chaleur, une diminution partielle de la température est recherchée depuis env. 10 ans dans le réseau du chauffage à distance. Ce faisant, des études sont faites dans certains quartiers pour déterminer dans quelle mesure l'approvisionnement en chaleur peut être également garanti avec des températures d'amenée plus basses par le biais des infrastructures de distribution et de transfert existantes.

En raison des nombreuses rénovations de bâtiments effectuées dans un passé récent et de la conception moderne des bâtiments, il est apparu qu'une grande partie des consommateurs pouvaient être approvisionnés sans modifications majeures avec les installations existantes conçues pour 170 °C.

Facteurs de réussite:

Image positive

Perception positive

Travail de relations publiques

Acceptation par le milieu politique et la population.

Des températures de réseau élevées renchérissent le réseau (> 140 °C).

Des rénovations de bâtiments conduisent à une consommation plus basse et des paramètres de réseau moins élevés.

Bilan

Une diminution du réseau peut s'avérer rentable.

Une diminution de la température des réseaux n'entraînera pas de dépenses considérables, car les rénovations de bâtiments réalisées au cours des dernières années ont généré des baisses notables de besoins en chaleur. Les installations existantes conçues pour des températures élevées peuvent en partie continuer à être utilisées sans modifications.

Exemple 5: financement

Des exigences de rentabilité élevées peuvent empêcher la mise en œuvre d'un projet.

L'utilisation de 40 GWh/a de rejets de chaleur industriels de grande qualité est étudiée sur un site déjà doté d'un réseau de chauffage à distance. Il est apparu que l'utilisation des rejets de chaleur nécessite des investissements élevés pour l'entreprise industrielle. En raison de directives internes de l'entreprise industrielle, des investissements ne peuvent être réalisés qu'en deçà d'un temps de retour de 8 ans. Un investissement par l'entreprise industrielle est alors impossible.

Certains modèles d'investissement entre les partenaires (société exploitante du chauffage à distance, industrie et commune) sont étudiés. Ceux-ci sont compromis par le fait qu'aucun des partenaires ne peut assumer les risques du projet en cas de faibles ventes de chaleur et de non-respect des obligations de livraison.

Solution possible

La couverture du risque implique un transfert ou une répartition du risque.

Si le projet présente des risques élevés comme dans le cas susmentionné, l'octroi d'une caution pour risques, par ex. par les pouvoirs publics ou un consortium de participants au projet, serait utile.

Solution de contracting avec des accords relatifs à la couverture du risque comme alternative.

Pour la réalisation d'un projet de ce type, une solution de contracting pourrait être envisagée afin d'éviter des critères de rentabilité restrictifs. Le contracting, p. ex. un contracting d'économie d'énergie ou lié aux installations, ne permet pas d'éviter le risque de projet, mais entreprise industrielle peut prendre des distances avec les conditions de financement jugées trop excessives en interne.

Pour la prise de risque, une solution doit être trouvée dans tous les cas (pouvoirs publics, acteurs du projet, consortium) et convenue.

Exemple 6: réalisation par le biais du contracting

Un prélèvement de vapeur depuis une centrale de cogénération fournit de la vapeur à une installation de chauffage à distance, qui approvisionne en chaleur une grande zone résidentielle et artisanale. La centrale comprend un dispositif de chauffage à vapeur pour l'ensemble des performances du réseau. Les développements du chauffage à distance ont conduit depuis longtemps à des besoins en chaleur croissants allant jusqu'à une puissance abonnée de 10 MW. Seule une chaudière industrielle de 4 MW fonctionnant en îlot était disponible comme chaudière de réserve.

Pendant une période froide, le dispositif de chauffage à vapeur a subi un dégât considérable. Le fonctionnement de réserve a pu reprendre au bout de quelques jours grâce à des centrales mobiles.

L'exploitant du chauffage à distance a identifié l'insuffisance des capacités de réserve. Il ne lui était toutefois pas possible, pour des raisons économiques et organisationnelles, de réaliser et d'exploiter lui-même un concept de réserve pour le futur.

Une entreprise de contracting a repris le réseau et l'infrastructure et a construit une centrale avec 2 chaudières de réserve dotées d'une puissance suffisante, avec une possibilité de réinjection dans l'ensemble du réseau.

Un réseau de chauffage existant a ainsi pu être transféré dans une structure d'approvisionnement possédant la sécurité de fonctionnement nécessaire grâce à une solution de contracting.

Bilan

Les solutions de contracting conviennent plus particulièrement dans certains cas:

- Lorsque des investissements substantiels ne pouvant pas être effectués par une autre forme d'entreprise doivent être réalisés.
- Lorsqu'il est nécessaire d'employer un personnel d'exploitation formé et expérimenté pour l'entretien de l'installation.

Renoncement à des installations de réserve pour des raisons financières.

Des modèles de contracting montrent des possibilités de financement alternatives.

10.3 Exemples d'erreurs évitables

Exemple 7: développement du réseau et détermination des besoins

Détermination des besoins au début du projet.

Lors d'un projet de réseau de chauffage pour une zone résidentielle, des besoins en chaleur de 55'000 MWh ont été estimés au début du projet dans le cadre d'une étude préalable grossière. L'estimation reposait sur des statistiques existantes relatives aux besoins en chaleur au sein du périmètre prévu, extrapolées sur la base d'un taux de raccordement supposé.

Un concept d'approvisionnement composé d'un réseau et de centrales a été conçu à l'aide des besoins en chaleur déterminés.

Évaluation anticipée des besoins.

Lors du projet préliminaire, les ventes de chaleur estimées se sont révélées trop élevées. Une estimation précise après un entretien avec les clients finaux a révélé un potentiel de vente de chaleur de 25'000 MWh/a. L'étude de projet a été poursuivie sur la base de cette valeur de besoins actualisée. Des besoins en chaleur adaptés et plutôt réalistes ont pu servir de base à l'achèvement du projet préliminaire, mais il en a résulté des coûts de projet préliminaire relativement importants.

Bilan

- Dès la première phase d'une étude préliminaire, il convient de tenir compte avec le plus grand soin du potentiel de vente de chaleur et de l'accessibilité des consommateurs clés.
- Les statistiques portant sur les besoins de chaleur dans un périmètre peuvent servir d'indication pour déterminer les besoins. Mais la détermination des besoins doit baser le plus tôt possible sur les consommateurs clés et sur des taux de raccordement justifiables.
- Un concept de réseau d'approvisionnement ne doit être élaboré qu'après présentation d'une analyse rigoureuse des besoins. Un concept défini trop tôt peut conduire à des présentations de solution, qui ne pourront être annulées que très difficilement par la suite.

Concept d'approvisionnement en tant que résultat d'une analyse de besoins.

Exemple 8: conception du réseau et stratégie de projet

En 2006, un projet a été lancé pour une UVTED afin d'utiliser la chaleur issue de l'UVTED pour approvisionner en chaleur une zone comportant 2 communes, en plus de la production d'électricité. Les besoins élevés en chaleur à basse température déterminés au début du projet pour des serres et de nouvelles zones résidentielles ont conduit à la conception d'un réseau d'approvisionnement doté d'une température d'amenée basse de 70 °C avec une puissance de 30 MW. En optant pour la température basse du chauffage à distance, l'objectif était de minimiser les indicateurs de pertes de courant (perte d'énergie électrique produite par rapport à la chaleur découplée).

D'autres analyses de besoin ont été effectuées sur ordre du maître d'ouvrage. Ces analyses ont révélé un futur potentiel de vente de chaleur de 100 GWh/an pour une puissance abon- née maximale de 60 MW. Le concept d'approvisionnement prévoyait de positionner toutes les capacités de réserve et de pointe de manière centralisée près de l'UVTED et de dimensionner le réseau sur une température de fonctionnement de 85 °C avec une différence de température de 20 K (retour 65 °C). Les consommateurs basse température n'étaient plus signifi- catifs à ce moment-là. N'importe quels consommateurs ont pu être raccordés à la nouvelle conception. Conséquence: les conduites de chauffage à distance ont été dimensionnées avec de très grandes sections.

La conduite principale a reçu une section DN 350. Le réseau aujourd'hui doté d'une longueur totale de tracé > 30 km a engendré des investissements très élevés.

Un réseau interconnecté est coûteux.

Le potentiel d'optimisation suivant pourrait être appliqué au concept:

1. Augmentation de la différence de température
2. Capacités de pointe et de réserve décentralisées

Par rapport au point 1: une augmentation de la différence de température à 30 K réduirait déjà le débit volumétrique dans le réseau à 67%. Des mesures prises côté clients seraient éventuellement nécessaires pour diminuer la température de retour à < 65 °C.

Par rapport au point 2: l'injection décentralisée de puissance de pointe et de réserve permettrait de minimiser la section de la tranchée principale dans le réseau. La puissance maximale de 30 MW (à l'avenir éventuellement jusqu'à 60 MW) ne sera atteinte que quelques heures durant l'année.

Des mesures prises pour diminuer les coûts de réseau améliorent la rentabilité.

Les deux mesures permettraient de réduire massivement les coûts d'investissement. Par ailleurs, les déperditions de chaleur du réseau et la puissance de pompage pourraient être minimisées.

Courbe annuelle d'une conduite de base de chauffage à distance pour 30 MW, différence de température de 30 K

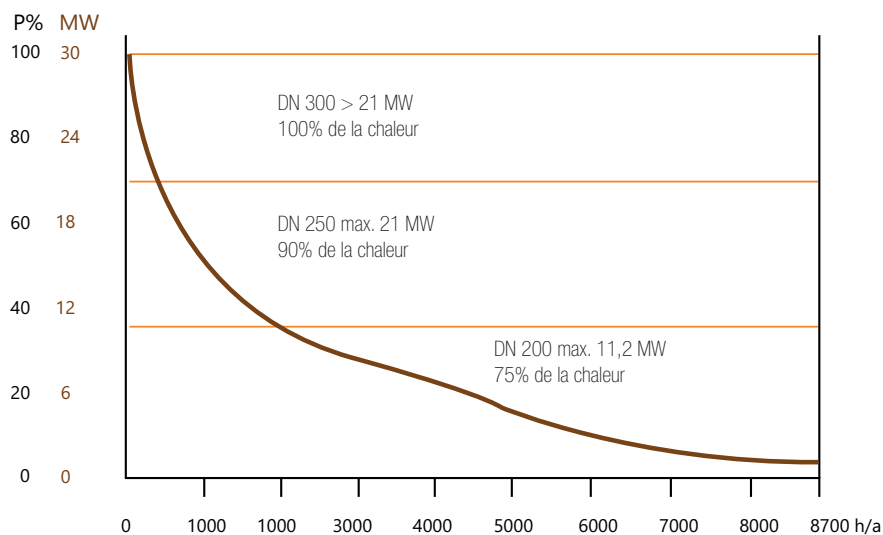


Figure 10-4 Charge limite d'un tracé en cas d'écart de 30 K, courbe annuelle avec évolution caractéristique d'une zone résidentielle. Un tracé DN-200 peut par exemple transmettre 75% de la chaleur. 25% doivent ensuite être couverts par des installations de charge de pointe décentralisées.

Bilan

Dimension de réseau la plus faible possible afin de diminuer les coûts.

- Il convient d'éviter, dans la mesure du possible, les grands dimensionnements de réseau.
- Une grande différence de température devrait être visée et la puissance de pointe ne devrait pas être transportée sur de longues distances.

L'accumulateur et les installations de charge de pointe décentralisées sont des mesures décentralisées permettant de diminuer les coûts.

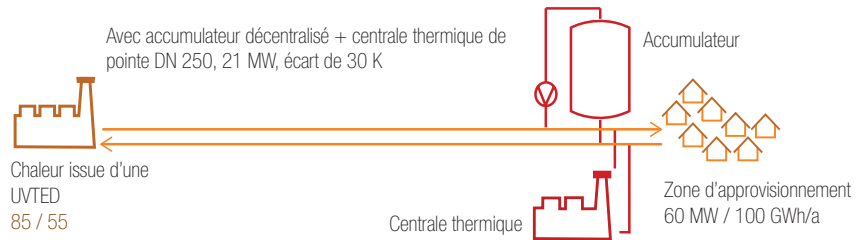


Figure 10-5 Utilisation décentralisée d'une centrale thermique et d'un accumulateur de chaleur

Exemple 9: réseau basé sur des rejets de chaleur industriels

Situations initiales optimistes pour paramétrer le réseau au lancement du projet.

Un réseau de chauffage d'une puissance de raccordement de 7 MW avec des ventes annuelles de chauffage de 15'000 MWh est approvisionné avec des rejets de chaleur industriels dans la charge de base. La température d'amenée est de 75 °C en été et de 85 °C en hiver.

Les rejets de chaleur industriels sont récupérés du processus par le biais d'une extraction échelonnée. Dans la mesure où l'énergie exploitable de faible valeur extraite des rejets de chaleur industriels a également la température la plus basse, une température de retour basse dans le réseau de chauffage joue un rôle très important dans la rentabilité du projet.

Au début du projet, la température de retour de chauffage à distance a pu être déterminée à 45 °C avec le relevé de la situation des besoins des clients. Tous les consommateurs clés sont révélés appropriés pour atteindre cette température de retour.

Avec l'acquisition de clients au début du projet, la température d'amenée planifiée (85 °C, 75 °C) a été fixée comme étant une condition importante pour le raccordement du côté marketing. La température de retour de 45 °C n'a toutefois pas été définie comme une condition sine qua non.

Après la mise en service du réseau de chauffage, il est apparu que la température de retour n'était pas atteinte chez plusieurs consommateurs clés. Elle était de 55 °C, soit une température beaucoup plus élevée que les 45 °C prévus. Le réseau de chauffage ne pouvait donc plus utiliser les rejets de chaleur dans la mesure initialement envisagée. Le réseau de chauffage a dû être doté d'un chauffage d'appoint fossile dans des proportions beaucoup plus importantes que prévu.

Lors des nombreux entretiens qui ont suivi avec les consommateurs de chaleur, seules des améliorations partielles ont pu être réalisées pour diminuer la température de retour. Une grande partie des consommateurs de chaleur aurait dû modifier leurs installations domestiques afin de diminuer la température de retour, ce qui aurait généré des coûts. Les modifications concernées auraient plus particulièrement porté sur le traitement de l'eau chaude sanitaire (ECS).

Bilan

- Un accord convenu une fois avec conclusion d'un contrat relatif à la consommation de chaleur est très difficile à corriger ultérieurement et ce, au détriment du consommateur.
- Les mesures de correction ultérieures permettant d'atteindre une température de retour plus basse impliquent généralement des coûts, qui peuvent être à la charge du fournisseur de chaleur. Mais un financement de mesures permettant de diminuer la température de retour auprès des consommateurs peut être avantageux économiquement pour le fournisseur. Il peut ainsi s'avérer opportun pour le fournisseur de chaleur de financer des mesures chez plusieurs consommateurs, afin de diminuer la température globale du retour sur le réseau.
- Avant l'accord contractuel, il convient de veiller avec soin et diligence à l'atteignabilité de la température de retour. Le cas échéant, un plan de mesures doit être convenu pour atteindre l'objectif.

Des accords convenus une fois sont difficiles à modifier.

L'atteignabilité d'une température de retour doit être contrôlée avec précision suffisamment tôt.

Exemple 10: développement à long terme et charge du réseau

Le système d'extraction de chaleur d'une UVTED a été réalisé dans les années 90 pour une puissance thermique de 22 MW produite à partir de la vapeur de l'UVTED. Deux chaudières de 10 MW chacune fonctionnant au mazout sur le site de l'UVTED servent à la position de réserve et de charge de pointe. Le réseau d'approvisionnement en chaleur est composé de la ligne nord (env. 16 MW) et de la ligne sud (env. 6 MW). Le réseau est exploité de telle sorte qu'il présente une température d'amenée de 110 °C en hiver et une température de 75 °C en été. Les ventes de chaleur de l'ensemble du réseau sont de l'ordre de 40 GWh/a.

Une nouvelle branche sur la ligne nord d'une puissance de 7 MW et des ventes de chaleur de 15 GWh sont en cours de discussion. 2 chaudières fonctionnant au gaz naturel de 10 MW chacune sont déjà disponibles dans la nouvelle branche. Cette branche supplémentaire impliquerait une sollicitation beaucoup plus importante de la ligne nord. La ligne nord du réseau de chauffage à distance a une section de conduite de DN 200 sur la ligne principale. Pour pouvoir utiliser de manière optimale les capacités existantes de la production de chaleur sur le site de l'UVTED, il est envisagé d'agrandir les 1000 premiers mètres de tracé de la ligne nord (passage de DN 200 à DN 250). Le puissance transférable du tracé pourrait ainsi être augmentée de 20,5 MW actuellement à > 30 MW.

Un réseau doit être exploité avec une puissance plus élevée.

Les coûts de l'augmentation de la section des 1000 mètres de tracé s'élèvent à env. CHF 2,5 millions.

De manière alternative à l'augmentation de la section du tracé, les mesures suivantes pourraient être examinées:

L'augmentation des performances du réseau peut être atteinte par différentes méthodes:

- alimentation décentralisée
- augmentation de la pression
- accumulateur de chaleur

- Installation d'accumulateurs décentralisés pour diminuer les pics de puissance dans le tracé principal.
- Plus forte intégration des chaudières décentralisées de la nouvelle branche pour soulager le réseau en cas de performances élevées du réseau.
- Installation de pompes de surpression. Un tracé DN 200 composé de tubes pré-isolés en plastique peut être exploité jusqu'à min. 250 Pa/m en cas de pointe. Cela correspond à 20,5 MW pour DN 200 et une différence de température de 55 °C.

Évaluation des alternatives:

- L'intégration d'accumulateurs décentralisés ou de chaudières de charge de pointe décentralisées peut décharger le tracé principal.
- Le potentiel de déchargement de la puissance du tracé principal par des accumulateurs décentralisés est d'env. 25%.
- Du fait de l'utilisation de chaudières de charge de pointe décentralisées, le tracé principal peut être réduit en termes de puissance. La nouvelle branche de réseau (7 MW) peut être approvisionnée par des chaudières qui lui sont propres. Le tracé principal est ainsi déchargé de 7 MW.
- Indépendamment des accumulateurs et des chaudières de charge de pointe décentralisés, la puissance pourrait être considérablement augmentée grâce au tracé principal existant à l'aide de pompes de surpression.

Bilan

Grâce aux chaudières de charge de pointe décentralisées, il est possible de renoncer à l'extension du tracé principal dans le cas présent. Des accumulateurs décentralisés permettraient de continuer à décharger le tracé principal. Une charge plus élevée de tracé (jusqu'à 250 Pa/m) pourrait largement remédier à la congestion.

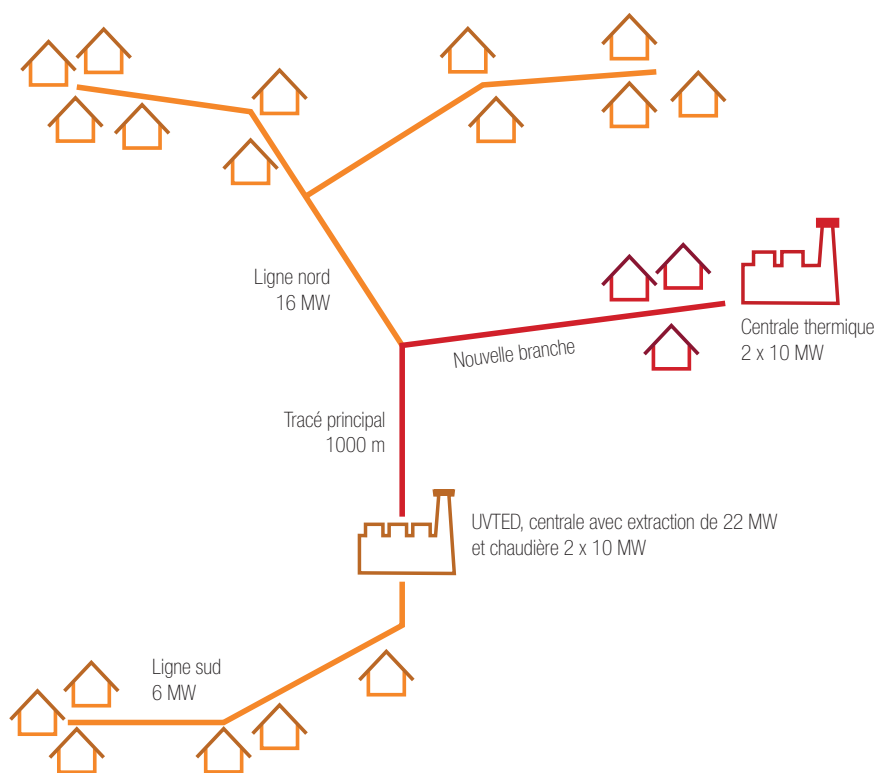


Figure 10-6 Tracé principal, nouvelle branche, lignes existantes

Exemple 11: extension de centrales et exploitation

Une incinération des boues d'épuration dotée d'un système de récupération de chaleur constituait la source de charge principale de 3 MW pour une récupération de chaleur haute température (120 °C). Le réseau de chauffage recevait une couverture de la charge de pointe par l'intermédiaire d'une chaudière à mazout. Dans les premières années d'exploitation du réseau de chauffage, l'approvisionnement en chaleur a pu être couvert presque complètement par la chaleur de charge de base provenant de l'incinération des boues d'épuration.

Une augmentation du taux de raccordement dans le réseau de chauffage a entraîné une hausse des besoins de couverture de pointe par la chaudière à mazout. Les coûts de revient de la chaleur ont donc augmenté de manière significative.

L'installation d'un accumulateur de chaleur serait appropriée pour optimiser l'approvisionnement en chaleur. Une compensation des variations du réseau au cours de la journée serait ainsi possible, surtout en hiver. Les rejets de chaleur générés en continu par l'incinération des boues d'épuration pourraient ainsi être utilisés pour couvrir les pics de consommation du réseau le matin.

Un concept d'approvisionnement en chaleur doit être complété ultérieurement.

Le concept initial ne laisse aucune place aux extensions.

Un accumulateur de chaleur n'était pas prévu dans la phase conceptuelle de l'approvisionnement en chaleur. Équiper après coup le système de production de chaleur d'un accumulateur de chaleur aurait conduit à des investissements considérables, mais si cela aurait été parfaitement rentable sur le long terme. Sans accumulateur, la production de chaleur doit toujours produire exactement la chaleur nécessaire. Un accumulateur utilisé pour le découplage hydraulique pourrait compenser les fluctuations des besoins en chaleur (voir esquisse).

Centrale destinée à l'utilisation des rejets de chaleur avec chaudière de charge de pointe et accumulateur de chaleur (en option)

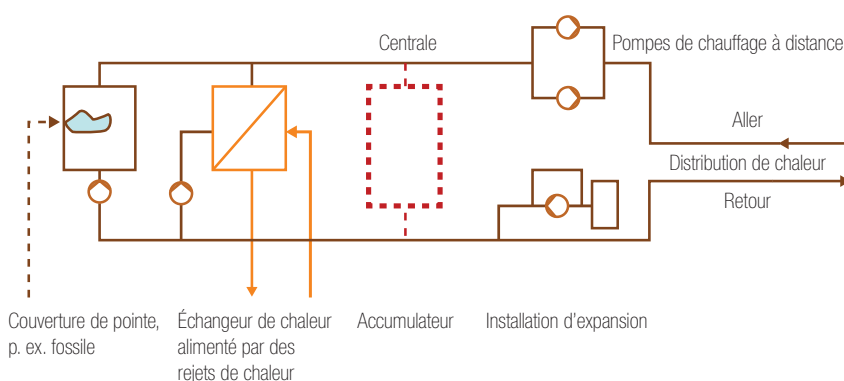


Figure 10-7 Centrale destinée à l'utilisation des rejets de chaleur avec chaudière de charge de pointe et accumulateur de chaleur (en option)

Bilan

Planifier des possibilités d'évolution dans le concept au début du projet.

Lors de la conception d'un réseau d'approvisionnement en chaleur, il est recommandé de concevoir l'installation de manière clairvoyante afin de pouvoir moderniser une centrale en toute simplicité dans les buts suivants:

- garantir une puissance éventuellement plus élevée à l'avenir,
- permettre l'installation d'un accumulateur de chaleur pour une meilleure exploitation de la charge de base,
- assurer l'évolutivité de l'infrastructure centrale en termes de débit et de capacité de réseau (expansion du volume, conduites principales, pompes de chauffage à distance),

Prendre en compte les possibilités d'extension.

Un agrandissement ou une extension ultérieure de l'installation est généralement plus difficile à réaliser pendant la phase d'exploitation qu'au début d'un projet.

Exemple 12: réseau de chauffage au bois présentant des congestions

Un réseau de chauffage au bois mis en service en 2008 est équipé de deux chaudières à bois avec condensation des gaz de fumée et de chaudières de charge de pointe exploitées avec des énergies fossiles. Au début, le réseau de chauffage était conçu pour une puissance de raccordement de 2 MW pour le chauffage à distance avec une température d'amenée de 85 °C et une température de retour de 50 °C. Une température de retour de > 58 °C en partie a été atteinte durant les premières années d'exploitation.

En 2012, le raccordement supplémentaire d'une nouvelle zone d'une puissance de 500 kW était envisagé. Un calcul a montré une forte surcharge du réseau existant à un endroit (congestion) due à la différence de température relativement faible de < 27 °C en partie. La puissance de raccordement de la nouvelle zone n'aurait pas pu être utilisée par le réseau sans la mise en œuvre de mesures appropriées.

La congestion sur le réseau résultait de la température de retour, qui était beaucoup plus élevée que celle initialement prévue. Des mesures doivent donc être prises pour générer une diminution de la température de retour.

Les causes de la température de retour élevée ont été identifiées par une étude:

- Eau chaude sanitaire (ECS) avec chauffe-eau à registre, les registres étant partiellement sous-dimensionnés
- Stations de transfert avec température différentielle élevée
- Système hydraulique des installations domestiques, en partie avec branchements en mélange

Les mesures visant à diminuer la température de retour auraient été des modifications apportées aux stations de transfert, des installations domestiques et installations ECS. Cela aurait déclenché des dépenses du côté des consommateurs en de nombreux endroits. Une autre mesure envisagée était l'installation d'une pompe à chaleur décentralisée sur le réseau, qui aurait généré une différence de température accrue dans la zone de la congestion.

Bilan

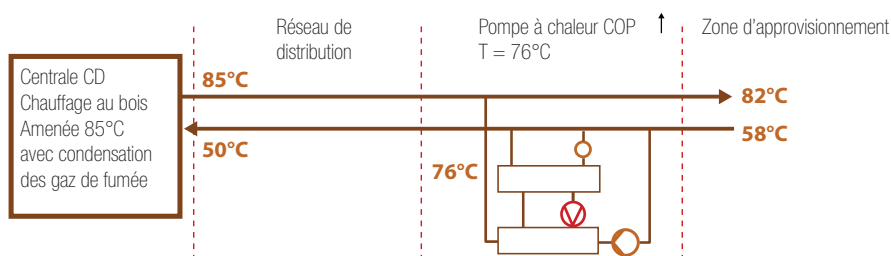
- Le respect systématique des conditions techniques de raccordement, ici la température de retour, dès le début du projet aurait permis d'éviter des mesures de correction ultérieures.
- Le système hydraulique des installations domestiques et les installations ECS doivent correspondre à certaines normes minimales pour le raccordement à un réseau de chauffage.
- Dans un réseau de chauffage à bois avec condensation des gaz de fumée, une température de retour basse permet d'obtenir une amélioration considérable de l'efficacité.
- Une diminution de la température de retour décentralisée réalisée à l'aide d'une pompe à chaleur est considérée comme une méthode efficace pour optimiser le réseau (voir schéma suivant).

Congestion due à un faible écart de température

Le retour du réseau agit de manière limitative sur la capacité du réseau.

Réchauffement de l'eau chaude.

Système hydraulique des installations domestiques.



Exemple: La pompe à chaleur nécessite une température d'amenée de 76°C et génère sur le réseau une augmentation de l'écart (35°C). L'amenée dans la zone d'approvisionnement atteint 82°C
COP = élevé, hausse de température = basse, temps de fonctionnement PC uniquement en cas de charge de pointe

Figure 10-8 Intégration des pompes à chaleur décentralisées

10.4 Résumé des exemples de cas

Les similitudes résultant des bilans des exemples présentés sont les suivantes:

- Une température de retour basse est extrêmement importante pour l'efficacité et la rentabilité.
- Des réseaux trop largement dimensionnés sont des facteurs perturbants pour la rentabilité des projets de chauffage à distance. En revanche, des technologies alternatives peuvent être utilisées pour augmenter la puissance du réseau lors d'extensions de réseau ultérieures.
- Des concepts décentralisés de position de pointe et de réserve montrent un grand potentiel pour améliorer la rentabilité.
- Le contracting est considéré comme une forme commerciale efficace, surtout s'il existe des obstacles financiers pour la réalisation.

Les exemples présentés ont été compilés du point de vue des planificateurs et des exploitants essentiellement. Ils ne sont donc pas représentatifs de l'ensemble de la branche. Si des exemples de cas supplémentaires étaient restitués, d'autres paradigmes pourraient exister et donc donner lieu à d'autres recommandations. Les auteurs du présent guide du chauffage à distance souhaiteraient donc recevoir d'autres exemples qui pourront éventuellement être présentés dans les prochaines versions révisées du guide.

Avec le soutien de



140

Office fédéral de l'énergie (OFEN)
Mühlestrasse 4
3063 Ittigen

www.suisseenergie.ch

chauffage à distance
l'énergie du confort

Association suisse du chauffage à distance (ASCAD)
c/o Ryser Ingenieure AG
Engestrasse 9, Postfach
3001 Bern
info@chauffage-a-distance.ch
www.chauffage-a-distance.ch