Informations pour les spécialistes

Planification énergétique territoriale

Outils pour un approvisionnement en chaleur tourné vers l'avenir

Module 1 : But et signification

Module 2 : Procédure

Module 3 : Demande en énergie

Module 4 : Potentiel énergétique

Module 5 : Production de chaleur
Domaines d'utilisation et paramètres

Module 6 : Réseaux de chauffage

Module 7 : Mise en œuvre

Module 8 : Contrôle des résultats

Module 5 en bref

Types d'installations de production de chaleur

Au regard de l'application, de l'utilisation et de la charge sur l'environnement, les installations de production de chaleur se différencient comme suit :

- Approvisionnement dans un réseau de chaleur à distance ou de proximité
- Production de chaleur à basse ou haute température
- Ressources énergétiques ne pouvant être utilisées qu'à l'endroit d'où elles émanent

Approvisionnement en réseau

Les installations de couplage chaleur-force, les centrales de chauffage au bois et les systèmes de pompes à chaleur à plusieurs paliers, comme par exemple les installations de production de chaleur, peuvent être exploités de façon d'autant plus rationnelle et rentable qu'ils sont combinés à un réseau de chaleur à distance ou de proximité. Les installations peuvent aussi être combinées à des systèmes bivalents.

Informations complémentaires et liens

- Annexe aux modules 1 à 8

Cité de l'énergie
european energy award

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Office fédéral du développement territorial ARE

suisse énergie

Types de production de chaleur

En ce qui concerne l'approvisionnement en chaleur, la diversité se manifeste non seulement au niveau des ressources énergétiques, mais également des types de production de chaleur. La planification énergétique territoriale encourage l'utilisation des rejets de chaleur et le recours aux énergies renouvelables.

Le domaine d'utilisation prévu est un paramètre important dans le choix du type de production de chaleur (tableau 1).
Par ailleurs, différents types d'installations peuvent être combinés, comme composants d'un système de production de chaleur :

- Production de chaleur par combustion : la combustion de bois et de déchets fossiles produit des températures très élevées.
- Production de chaleur à partir de processus : utilisation de chaleur à basse ou haute température.
- Transformation de chaleur dans le domaine des basses températures : utilisation de la chaleur ambiante à l'aide de pompes à chaleur et du rayonnement solaire à l'aide d'installations solaires thermiques.

Les installations de combustion

Les combustibles tels que le bois-énergie – bûches, plaquettes ou pellets – ainsi que le mazout, le gaz naturel ou le biogaz, permettent de produire de la chaleur. Celle-ci est utilisée pour les installations de chauffage et d'eau chaude ou pour des processus industriels à haute température.

Combustion du bois

Dans le cadre de la planification énergétique territoriale, les centrales de chauffage au bois et les installations de chauffage à copeaux servant à approvisionner les réseaux à distance et de proximité sont des éléments centraux. L'exploitation des grandes centrales de chauffage au bois est plus efficace et moins polluante que celle de centrales de moindre importance. Il est, à cet égard, essentiel de disposer d'installations aux bonnes dimensions :

- Le chauffage à bois est optimal pour l'approvisionnement en chaleur (chauffage, eau chaude) d'immeubles existants mal isolés, mais aussi de nouvelles constructions.
- Le chauffage aux copeaux de bois convient notamment aux immeubles locatifs ou aux bâtiments scolaires; quant aux immeubles plus petits ou aux maisons familiales, il est conseillé d'opter pour des chaudières automatiques à pellets.

Production de chaleur à haute température

Combustibles	Utilisation	Caractéristiques en vue de la planification	Emissions
plaquettes forestières	▮ Centrale de chauffage avec réseau de chaleur ou pour immeubles locatifs (de 150 kW à 10 MW)	▮ Pouvoir calorifique: 300 à 1000 kWh/m^3pl ▮ Installations à faible variabilité de puissance ▮ Souvent, systèmes bivalents avec chaudières à mazout ou à pellets	▮ Combustion neutre en CO_2 ▮ Emissions de particules fines PM_{10} : 290 mg/kWh
Pellets	▮ En principe maisons individuelles et immeubles locatifs (15 à 70 kW) ▮ Grandes centrales avec réseau de chaleur (jusqu'à 1 MW)	▮ Pouvoir calorifique: env. 3300 kWh/m^3pl ▮ Volumes de stockage moindres par rapport aux plaquettes forestières	▮ Combustion neutre en CO_2 ▮ Emissions de particules fines PM_{10}: 110 mg/kWh
Combustibles fossiles (mazout et gaz naturel)	▮ Couverture des pointes dans le réseau de chaleur ▮ Processus de production industriels	▮ Efficacité élevée grâce à la technique de condensation	▮ Emissions de CO_2 élevées : 200 à 270 g/kWh ▮ Emissions de particules fines PM_{10} : < 1 mg/kWh

Tableau 1 : Production d'énergie avec combustion du bois et combustions fossiles

▮ La combustion est neutre en CO_2 ; mais elle provoque plus de pollution atmosphérique – notamment poussières fines (PM_{10}), oxyde d'azote (NO_x) et monoxyde de carbone (CO). Il convient dès lors d'éviter les régions déjà fortement polluées.

▮ Le potentiel de combustibles n'est globalement pas encore épuisé ; mais les réserves disponibles sont différentes d'une région à l'autre. Le recours au bois-énergie est un composant d'une exploitation durable de la forêt. Dans les communes comportant de grandes zones de forêt, la création de valeur régionale peut en outre progresser. Il faut cependant toujours donner la priorité à la valorisation du combustible sur l'aspect énergétique.

Combustions fossiles

Le chauffage au mazout ou au gaz naturel doit dorénavant être réservé à la production de chaleur à haute température ou à la couverture des pointes de charge. Les combustions fossiles doivent être réservées à des usages particuliers, tels que les processus de combustion à haute température, en raison de leur taux élevé d'émissions de CO_2. La technique de combustion a été constamment améliorée ces dernières années, notamment par une meilleure utilisation de la chaleur provenant des rejets nocifs présents dans la chaudière à condensation.

Efficacité et coefficient de performance annuel

Le terme d'usage pour mesurer l'efficacité d'une installation de pompe à chaleur est le coefficient de performance annuel (COP). Il indique le rapport de l'énergie utilisée en comparaison de l'énergie de chauffage produite pour le compresseur. Pour atteindre une efficacité d'exploitation élevée, il suffit que la température de départ du système de chauffage soit la plus basse possible et que la source de chaleur affiche en permanence des températures élevées durant les mois d'hiver (illustration 1, température maximale 20 °C à 30 °C).

Pompes à chaleur

Les pompes à chaleur exploitent les potentiels énergétiques à un bas niveau de température. Ce type de production d'énergie est intéressant en termes de planification territoriale, en raison de la disponibilité de sources de chaleur ne pouvant être utilisées qu'à l'endroit d'où elles émanent – terre, eaux souterraines et de surface. De plus, les rejets de chaleur, provenant par exemple des eaux usées, peuvent aussi être utilisés pour le chauffage. Pour garantir une exploitation efficiente des pompes à chaleur, il convient de porter une attention particulière à la qualité de la source de chaleur et à l'usage prévu (tableau 2, page 4). Car plus la différence de température entre la source d'énergie et le système de chauffage est faible, moins il faut d'énergie d'appoint (électricité ou gaz naturel ou biogaz) pour faire fonctionner la pompe.

▮ Les pompes à chaleur conviennent à la production de chaleur ambiante dans les nouvelles constructions ou les constructions anciennes rénovées du point de vue énergétique, capables de fonctionner à de basses températures d'entrée dans le circuit de chauffage (chauffages au sol).

▮ Dans un réseau de chaleur de proximité ou pour la production d'eau chaude, il est préférable pour des questions d'efficacité de recourir à des pompes à chaleur connectées en série ou des

Coefficient de performance d'une pompe à chaleur par rapport à l'augmentation de température

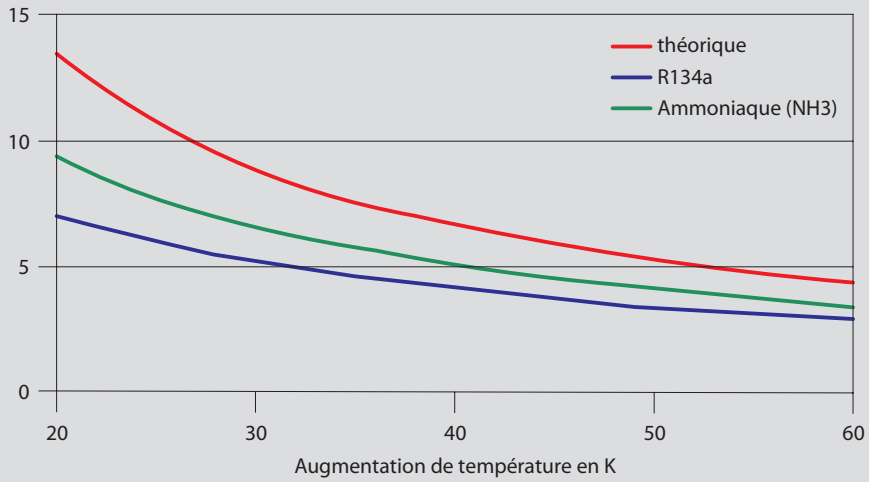

Illustration 1 : Dépendance du coefficient de performance annuel (COP Coefficient Of Performance) d'une pompe à chaleur par rapport à l'augmentation de température et le fluide réfrigérant (Erb 2009

pompes à chaleur dotées de compresseurs bi-étagés (y c. couvertures des pointes de charge, systèmes bivalents).

- Les pompes à chaleur qui tirent leur énergie du sol, des eaux souterraines ou des eaux usées, peuvent aussi être utilisées durant la période estivale pour refroidir les immeubles. Le refroidissement actif et passif gagne en importance, en raison des charges thermiques internes plus élevées, d'une meilleure étanchéité à l'air des façades et des exigences croissantes en termes de confort.

Couplage chaleur-force

Les installations de couplage chaleur-force (CCF) produisent du courant par le biais d'un processus de combustion, tout en fournissant des rejets de chaleur utilisables. Associée à la chaleur, l'exploitation d'un CCF est surtout intéressante en hiver, lorsque la demande en électricité et en chaleur est simultanément la plus élevée. Les installations CCF sont particulièrement adaptées à l'approvisionnement de base dans les réseaux de chaleur et pour couvrir les besoins importants des grands consommateurs (tableau 3).
Une utilisation rationnelle correspond à un nombre élevé d'heures d'exploitation (4000 h/a).

Glossaire
Systèmes mono et bivalents: les systèmes de production de chaleur se différencient par le nombre d'unités de production utilisées. Si un système doit fournir la puissance de chauffage nécessaire dans toutes les conditions de fonctionnement possibles, on parle alors de systèmes monovalents. Quant aux systèmes bivalents, ils bénéficient de l'apport de générateurs supplémentaires ou en parallèle pour couvrir les charges de pointe.

Domaines d'utilisation pour des pompes à chaleur et des installations CCF

Sources de chaleur	Domaine d'utilisation
Eaux usées	▮ Judicieux à partir d'une puissance calorifique de 150 kW (bivalent) ▮ Utilisation des rejets de chaleur en cas de production régulière (au min. 15 l/s) et de la disponibilité du système de refroidissement de la station d'épuration
Géothermie peu profonde	▮ Toujours judicieux du point de vue de l'efficacité (température élevée de la source de chaleur durant toute l'année) ▮ Sondes terrestre uniquement en dehors des gisements d'eaux souterraines et des zones karstiques (autorisation cantonale nécessaire)
Eau potable, de source ou souterraine	▮ Judicieux à partir d'une puissance calorifique de 20 kW (observer les prescriptions cantonales concernant la puissance minimale) ▮ Captages seulement en présence de concessions cantonales
Eau de surface	▮ Judicieux à partir d'une puissance calorifique de 300 kW ▮ Ouvrage de captage uniquement avec une concession cantonale (coûts et frais d'entretien élevés)
Air ambiant	▮ Uniquement judicieux pour de petites centrales (températures extérieures basses durant la période de chauffage)

Tableau 2 : Différents domaines d'utilisation des sources de chaleur par des pompes à chaleur

Installations CCF	Combustible	Utilisations possibles
Centrale thermique	Turbines à vapeur avec gaz naturel, mazout, déchets, bois-énergie	▮ Centrale thermique au bois avec réseau de chaleur à distance ▮ Utilisation des rejets de chaleur des usines d'incinération des ordures ménagères
Production combinée de chaleur et d'électricité (CHP)	▮ Turbine à gaz avec gaz naturel, gaz liquide ▮ Moteur à combustion avec gaz, biogaz, biocarburant, mazout	▮ Réseau de chaleur de proximité, not. pour les quartiers résidentiels ▮ Processus de production industriels (évent. en combinaison avec un groupe d'électricité de secours) ▮ Bâtiments individuels plus grands

Tableau 3 : Domaines d'utilisation des installations CCF

Utilisation de l'énergie solaire

L'énergie solaire peut servir à la production de chaleur à l'aide de capteurs solaires installés sur un toit ou sur une façade d'immeuble. L'énergie ainsi produite sert en premier lieu à fournir l'eau chaude à usage domestique et accessoirement à chauffer le système de chauffage. Dans un réseau de chaleur de proximité, les installations solaires thermiques peuvent remplacer les installations primaires durant la période estivale. Les installations solaires thermiques sont généralement soumises à autorisation.

Le rendement des capteurs solaires dépend de leur exposition (angle d'inclinaison et orientation) et du rayonnement solaire local (illustration 2).

Surface nécessaire pour capteurs solaires

1 à 1,5 m² de surface couverte par des capteurs permettent de couvrir jusqu'à 70 % des besoins annuels en eau chaude d'une personne. Cela correspond à un rendement annuel d'env. 500 kWh/m². Un chauffage d'appoint supplémentaire nécessite une surface beaucoup plus grande et une capacité de stockage plus élevée. Le rendement annuel en chaleur se situe approx. entre 250 et 300 kWh/m².

Exposition optimale des capteurs solaires

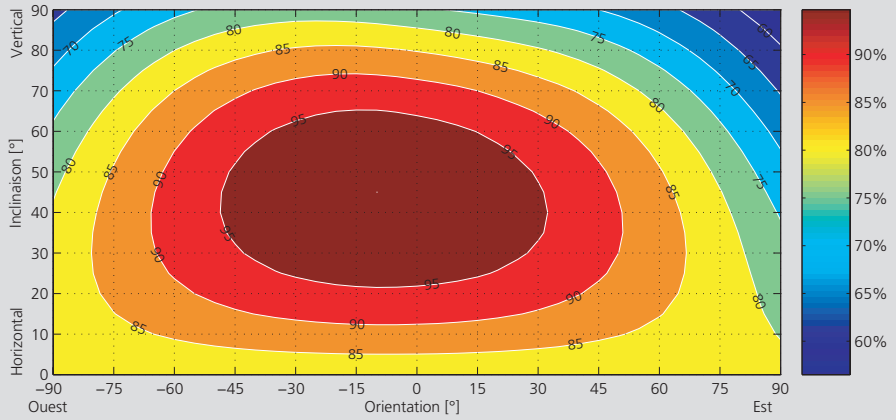

Illustration 2 : Diminution du rendement en cas d'écart par rapport à l'exposition optimale.

Impressum

Editeur : SuisseEnergie pour les communes, c/o Bio-Eco Sàrl, 1304 Cossonay et la Conférence suisse des services cantonaux de l'énergie (EnFK)
Impression : septembre 2013 (f)

Avec le soutien de l'Office fédéral du développement territorial ARE ainsi que des cantons d'Argovie, Berne, Lucerne, Schaffhouse, St-Gall et Zurich

Groupe d'accompagnement : Kurt Egger (SuisseEnergie pour les communes), Ursula Eschenauer (Canton de St-Gall), Sascha Gerster (Canton de Zurich), Jules Gut (Canton de Lucerne), Robert Horbaty (SuisseEnergie pour les communes), Michel Müller (Canton d'Argovie), Alex Nietlisbach (Canton de Zurich), Marcel Sturzenegger (Canton de St-Gall), Deborah Wettstein (Canton de Berne)

Mandataire : Brandes Energie AG (Maren Kornmann), econcept AG (Reto Dettli, Noemi Rom), PLANAR AG für Raumentwicklung (Bruno Hoesli, Michael Rothen, Fabia Moret)
Traduction : Monique Niederoest
Version (f) : Bio-Eco Sàrl, coordination (Sophie Borboën, Aline Savio-Golliard), adaptation et exemples : Bio-Eco (Brigitte Dufour-Fallot) et SEREC (Antonio Turiel)
Layout (f) : Scriptum, www.scriptum.ch