

Informations pour les collectivités publiques et spécialistes

# Planification énergétique territoriale

Outils pour un approvisionnement en chaleur  
et en froid 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

**Module 6 : Réseaux de chaleur**  
Adéquation et réalisation

Module 7 : Mise en oeuvre

Module 8 : Contrôle des résultats

Module 9 : Concession EAE

Module 10 : Stratégie gaz

Etat: Décembre 2019

## Module 6 en bref

La planification énergétique territoriale est un préalable important à la réalisation d'un réseau thermique (tel que les réseaux de chaleur ou anergie). Ce type d'infrastructure permet d'approvisionner un ou plusieurs quartiers en chaleur à basse ou haute température ou en froid, à partir de chaleur fatale et d'énergie renouvelable locale.

### Rentabilité économique

Pour tester la rentabilité économique d'un réseau thermique, il convient de clarifier la question des coûts de production de l'énergie, la densité thermique (chaleur et froid), les besoins des bâtiments ainsi que les coûts de distribution de l'énergie dans le périmètre à desservir. Il est aussi primordial d'assurer une coordination avec une éventuelle distribution de gaz existante.

### Contracting

La construction d'un réseau de chaleur peut être attribuée à une entreprise spécialisée, le contracteur (entreprise d'approvisionnement énergétique EAE). Cela permet d'externaliser la planification, le financement, la construction, l'exploitation et l'entretien.

### Informations complémentaires et liens

- Concession EAE, Module 9
- Annexes aux modules 1 à 10

# Conditions préalables à la réalisation d'un réseau thermique

Où la mise en place d'un réseau thermique est-elle judicieuse ? Quels sont les facteurs qui influencent l'aptitude d'un réseau thermique ? En plus des conditions techniques et spatiales, la rentabilité économique et la coordination avec des réseaux d'approvisionnement existants sont à prendre en compte.

## QU'EST-CE QU'ON ENTEND PAR UN RÉSEAU THERMIQUE ?

Par réseau thermique, on entend la distribution de chaleur et de froid au moyen de tuyaux. Les termes suivants seront utilisés au cours de ce module :

- Réseau de chauffage à distance : Transport d'énergie thermique sur de grandes distances en traversant le sol de l'espace public pour l'approvisionnement énergétique de bâtiments avec de la chaleur de confort (chauffage et eau chaude sanitaire) > 5 GWh/an.
- Réseau de chauffage de proximité : A l'inverse des réseaux de chauffage à distance, la source de chaleur et les consommateurs sont situés proches des uns des autres et l'énergie annuelle est < 5 GWh.
- Réseau thermique : Approvisionnement de bâtiments connectés par des tuyaux avec de l'énergie thermique à des fins de chauffage et de refroidissement à partir d'une source d'énergie commune.
- Réseau anergie : Réseau conçu pour l'exploitation de chaleur fatale et/ou chaleur de l'environnement à un niveau de température proche de la température environnante avec des pompes à chaleur décentralisées pour l'approvisionnement des consommateurs en chaleur et froid.
- L'exploitation de rejets de chaleur locaux de l'industrie ou de centrales électriques
- L'exploitation de sources locales de chaleur et de froid renouvelables
- Approvisionnement simultané de chaleur et de froid (en utilisant le rejet de chaleur de la production de froid)
- Exploitation combinée de technologies de conversion de l'énergie comme des chaudières bois, de la géothermie, des couplages chaleur-force (par exemple avec du biogaz non traité ou la combustion de vieux bois)

## EVALUER L'INTÉRÊT D'UN RÉSEAU THERMIQUE

Pour déterminer quel est l'approvisionnement énergétique adéquat, plusieurs aspects de planification sont à prendre en compte (Figure 1). Pour qu'une zone soit adaptée à l'implantation d'un réseau thermique, elle doit au moins démontrer une demande de chaleur élevée sur le long terme, une demande en froid importante ou des conditions de construction bon marché. Si ce n'est pas le cas, une utilisation décentralisée de rejets de chaleur et d'énergies renouvelables sera préférée.

Si une zone est adaptée à l'implantation d'un réseau thermique, on doit de surcroît déterminer s'il existe et quelles sont les sources de rejet de chaleur fatale. En présence de rejet de chaleur de haute qualité (par exemple la chaleur fatale d'une cogénération) avec un niveau de température directement utilisable, un réseau avec une température de départ élevée peut être considéré. Pour des rejets de chaleur ou de la chaleur de l'environnement de moindre qualité, qui ne sont pas directement utilisable, un réseau avec une faible température de départ pourra être visé.

## APPROVISIONNEMENT EN CHALEUR ET EN FROID

Les réseaux thermiques permettent de donner plus d'importance à l'organisation de l'approvisionnement en chaleur et en froid. La planification de réseaux thermiques doit pourtant s'effectuer de façon judicieuse, car les investissements sont élevés et les temps d'utilisation et d'amortissement sont longs. Les réseaux thermiques sont construits pour les raisons suivantes :

## BESOINS FUTURS EN CHALEUR ET EN FROID

La demande future en chaleur et en froid dans la zone à approvisionner représente le principal critère à prendre en compte pour la réalisation d'un réseau de chaleur. En effet, les conditions nécessaires à l'approvisionnement par un réseau thermique ne sont remplies que si la densité thermique est suffisante. Les conditions supplémentaires suivantes facilitent en outre la réalisation d'un réseau thermique :

- Gros consommateurs avec des besoins tout au long de l'année (clients clés comme par ex. les hôpitaux, les EMS, les blanchisseries).
- Zones d'habitation : les quartiers résidentiels denses avec des bâtiments anciens présentent

une densité de besoin en chaleur élevée ; les quartiers avec des bâtiments rénovés et récents avec une densité de chaleur plus faible peuvent souvent aussi être approvisionnés par un réseau basse température, pour lequel la production de chaleur se fait au moyen de pompes à chaleur décentralisées dans les bâtiments.

- Durée de fonctionnement : les besoins futurs en chaleur (en tenant compte des rénovations et des remplacements de bâtiments) ainsi que la disponibilité temporelle des sources énergétiques sont à examiner lors de l'évaluation de l'adéquation d'une zone pour un réseau thermique.
- Zones avec une part élevée d'industries et de services : Il faut examiner en détail et au cas par cas s'il est opportun d'équiper les zones industrielles de réseaux de chaleur ou de froid.

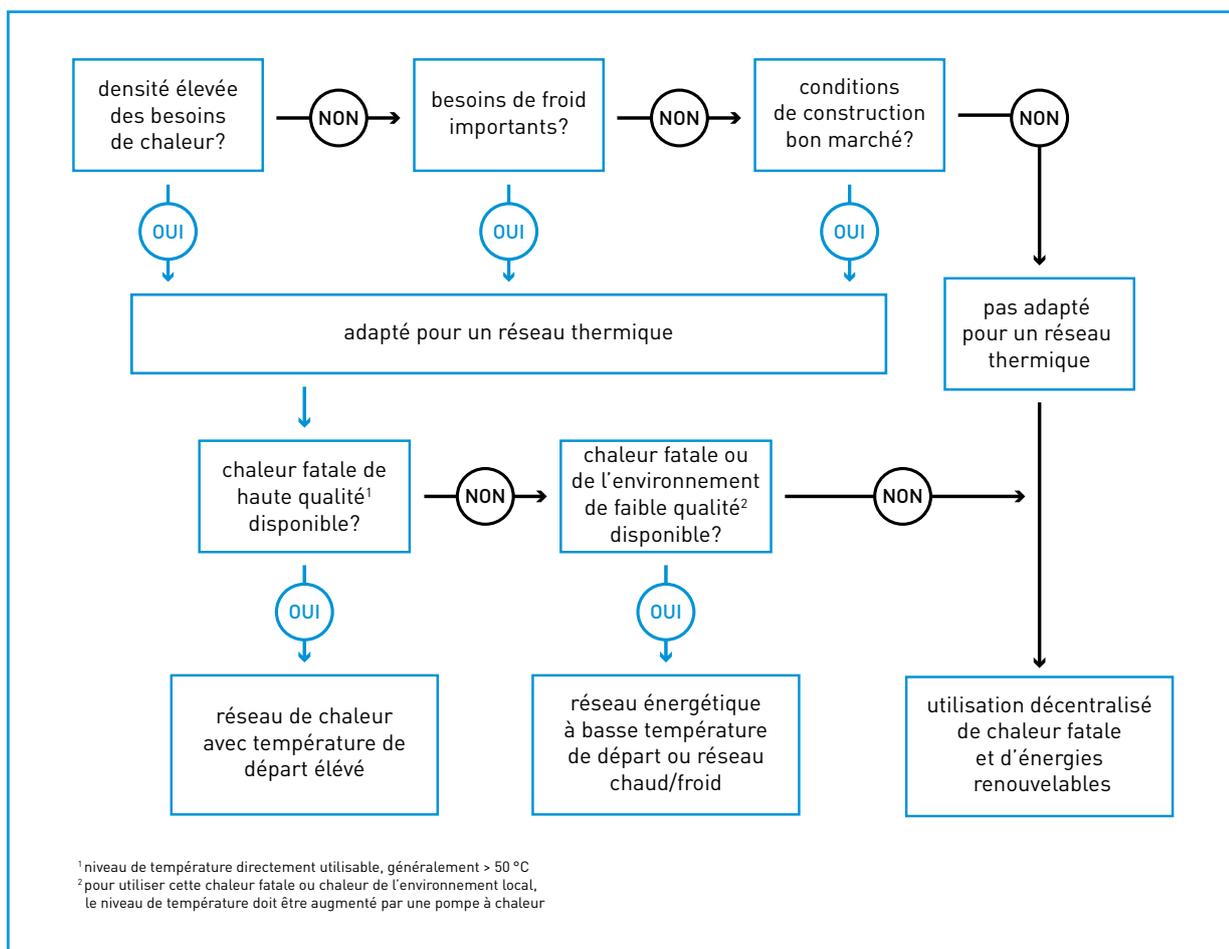


Figure 1 : Schéma décisionnelle du moyen d'approvisionnement en fonction de la demande et de l'offre énergétique (PLANAR 2017)

## L'IMPORTANCE PARTICULIÈRE DES BESOINS DE FROID

La demande en froid pour la climatisation de bâtiments commerciaux, de serveurs et de centres de calcul est en nette augmentation (réchauffement climatique, îlots de chaleur urbains, chaleur fatale des serveurs, augmentation de l'exigence de confort).

La production de froid conventionnelle – groupe froid à entraînement électrique – dégage de la chaleur fatale qui surchauffe le microclimat dans les centres villes lors de périodes chaudes. L'approvisionnement en chaleur et en froid peut être combiné judicieusement dans des réseaux thermiques :

- Refroidissement direct sur le retour dans les réseaux basse température (haute efficacité énergétique).
- Réseaux thermiques avec des besoins de chaleur et de froid simultanés ; un groupe froid centralisé produit de la chaleur et du froid simultanément, qui sont chacun acheminés dans un réseau séparé.
- Les groupes froids à absorption peuvent produire du froid décentralisé (souvent avec un faible rendement) en utilisant la chaleur d'un réseau chaleur à haute température (par ex. alimenté par la chaleur fatale d'une cogénération).

### Coordination avec le réseau de gaz

La coordination du réseau de gaz avec les réseaux thermiques existants et planifiés est une mission essentielle de la planification énergétique territoriale. Les considérations, les bases de la planification et les mesures correspondantes seront décrites dans le module 10 « Stratégie du gaz » (publication prévue).

- Dans les zones avec des réseaux thermiques existants ou planifiés et qui sont déjà approvisionnées en gaz, les participants au projet doivent établir une procédure pour gérer le conflit d'intérêt.
- S'il n'existe pas de réseaux thermiques, la source d'énergie la plus adaptée à cette zone peut être déterminée (sources de chaleur renouvelable et gaz naturel/biogaz).

# Rentabilité d'un réseau thermique

Les coûts de production et de distribution de la chaleur sont déterminants pour savoir si un réseau thermique est compétitif par rapport aux solutions individuelles de chauffage. Son utilité doit, dans tous les cas, être étudiée sous l'angle de la rentabilité.

Pour savoir si une zone se prête à un réseau thermique, la rentabilité énergétique de ce dernier doit être examinée. L'approvisionnement par un réseau thermique est considéré comme rentable si les dépenses totales (incluant les coûts externes) sur l'ensemble du cycle de vie ne sont pas plus élevées qu'un approvisionnement décentralisé en chaleur et en froid (SIA 480). Lorsque la rentabilité est évaluée, il faut tenir compte des points suivants :

- Les variantes qui sont comparées doivent être calculées en appliquant les mêmes conditions : par ex. la part d'énergie renouvelable, exigences concernant l'isolation, coût complet de l'approvisionnement en chaleur et en froid (investissement et exploitation, monétarisation des impacts environnementaux), risques liés à l'évolution des prix.
- Coût de production de la chaleur et du froid
- Coût de distribution de la chaleur et du froid
- Risques concernant l'évolution des besoins en chaleur et en froid, ainsi que les coûts de l'énergie finale
- Rentabilité des étapes de réalisation

## Densité de chaleur dans les nouvelles zones de développement

Dans les nouvelles zones en développement, les besoins en chaleur sont calculés à la baisse en raison des exigences plus élevées en termes d'isolation thermique ; les besoins en chaleur pour l'eau chaude sanitaire restent à peu près constants. Les bâtiments peuvent être chauffés avec un niveau de température faible (env. 30 °C). Ceci privilégie un approvisionnement décentralisé avec des énergies renouvelables (par ex. la géothermie ou le solaire thermique). Ainsi, l'adéquation des réseaux thermiques se limite aux nouvelles zones ayant des densités de construction très élevées, des rejets de chaleur locaux disponibles, des besoins importants en refroidissement ou des conditions de constructions particulières. En particulier, les réseaux anergie représentent une option intéressante pour la couverture combinée des besoins de chaleur et froid.

Bâtiments existants		Nouveaux bâtiments		Indice d'utilisation du sol
Réseau HT (> = 60 °C)	Réseau BT (< 60 °C)	Réseau haute température (> 60 °C, max. 20 fossile)	Réseau BT (rejet de chaleur ou énergie renouvelable)	
ne convient pas	ne convient pas	ne convient pas	ne convient pas	< 0,5
convient partiellement	convient partiellement	ne convient pas	convient partiellement	< 0,5 à 0,8
convient	convient	convient partiellement	convient partiellement	0,8 à 1,1
convient	convient	convient	convient	> 1,1

Tableau 1 : Adéquation côté utilisateur de zones résidentielles ou avec une majorité de bâtiments résidentiels pour des réseaux à haute et à basse température. Hypothèses : densité de raccordement d'env. 0,8 kW/ml (env. 1,6 MWh/ml/an). Coûts de distribution pour les bâtiments neufs : 800 CHF/ml ; bâtiments existants : 1200 CHF/ml ; limite de rentabilité pour les coûts de distribution à 40 CHF/MWh.

## L'IMPORTANCE PARTICULIÈRE DES BESOINS DE FROID

En règle générale, plus les coûts de production de chaleur sont bas, plus il est possible d'investir dans le réseau de distribution. Le coût de distribution de la chaleur issue de pompes à chaleur ou de copeaux de bois ne devrait pas dépasser 40 CHF/MWh. Les coûts de distribution dépendent largement de l'énergie thermique (MWh/a) par mètre linéaire de réseau (ml) (Tableau 1).

- En règle générale, la densité de raccordement d'un réseau thermique exploitée toute l'année dépasse 1 kW/ml (env. 2 MWh/ml/a) ; pour l'exploitation seulement pendant la période de chauffe elle dépasse 0,6 kW/ml (env. 1,3 MWh/ml/a). Lors de la mise en service du réseau, 70% de la fourniture de chaleur finale une fois que tous les clients seront raccordés doit être assurée.



### Glossaire

#### Densité de construction :

proportion de bâtiments construits avec le parc immobilier autorisé dans le plan de zones (Tableau 1 : hypothèse 100%).

#### Taux de raccordement :

proportion de consommateurs de chaleur raccordés et potentiels (Tableau 1 : hypothèse 75%).

#### Indice d'utilisation du sol :

rapport entre la surface chauffée et la surface de la parcelle à prendre en compte.

## COÛT D'ACHEMINEMENT

Les coûts d'acheminement d'un réseau thermique se situent entre 600 et 1500 CHF/ml. Ci-après, quelques variables qui permettent d'estimer les coûts :

- Niveau de température, vecteur de chaleur (vapeur, eau chaude) et pression du réseau de distribution de la chaleur ; type et diamètre de la conduite.
- Emplacement pour la pose et la remise en l'état : la pose de conduites à travers champs et jardins est meilleur marché (600 CHF/ml) que sous les routes et trottoirs (900 à 1200 CHF/ml) ou les pavés (plus de 1500 CHF/m). Des coûts plus faibles peuvent être utilisés dans le cas d'un raccordement à un nouveau quartier lorsque la pose des conduites du réseau thermique est mutualisée avec les travaux des routes et autres conduites (plus d'information dans le manuel de planification de QM Chauffages au bois).
- Différences de hauteur : des différences de hauteur supérieures à 30 – 50 mètres entraînent des surplus de coûts et de pression.
- Les réseaux à basse température sans isolation sont souvent meilleurs marchés que les réseaux à haute température.
- Longueur requise pour le raccordement : env. 200 à 300 mètres de réseau de chaleur par hectare de surface d'habitation.
- Densité de chaleur : les secteurs appropriés présentent des besoins en chaleur d'au moins 350 à 400 MWh/ha/a (indices de consommation énergétique selon la classe d'âge : cf. Module 3 « Demande en énergie », Figure 2).
- Durée d'amortissement : la durée d'amortissement pour un réseau thermique est estimée à env. 40 ans et à 15 à 20 ans pour la production de chaleur.

## INDICE D'UTILISATION DU SOL ET TAUX DE RACCORDEMENT

La Figure 2 permet de faire une estimation grossière de la rentabilité économique d'un réseau thermique selon différentes densités d'urbanisation.

- Flèche noire** (graphiques gauche et droite) : la densité minimale du secteur à alimenter est calculée sur la base des coûts de distribution permettant de garantir la rentabilité de l'exploitation. Pour un coût raisonnable de 40 CHF/MWh et des coûts d'acheminement de 1200 CHF/ml, on obtient une puissance de raccordement d'au moins 1,2 kW/ml (soit env. 2,4 MWh/ml/a). Il s'ensuit un indice d'utilisation du sol corrigé minimal d'env. 0,55 pour les bâtiments entièrement rénovés. Un taux de raccordement de 70% et une densité de construction de 1 correspondent à un indice d'utilisation du sol de 0,8 pour un secteur d'habitat construit.

- Flèche grise** (graphiques gauche et droite) : les coûts de distribution sont calculés à partir de l'indice d'utilisation du sol. Pour un indice d'utilisation du sol corrigé de 1,1 - ce qui correspond à un indice d'environ 1,6 pour un taux de raccordement de 70% et une densité de construction de 1 - la puissance de raccordement pour les nouveaux bâtiments Minergie est de 0,8 kW/ml (soit env. 1,6 MWh/ml/a). Il en résulte des coûts de distribution de la chaleur d'env. 60 CHF/MWh, pour des coûts de conduites de 1200 CHF/ml.

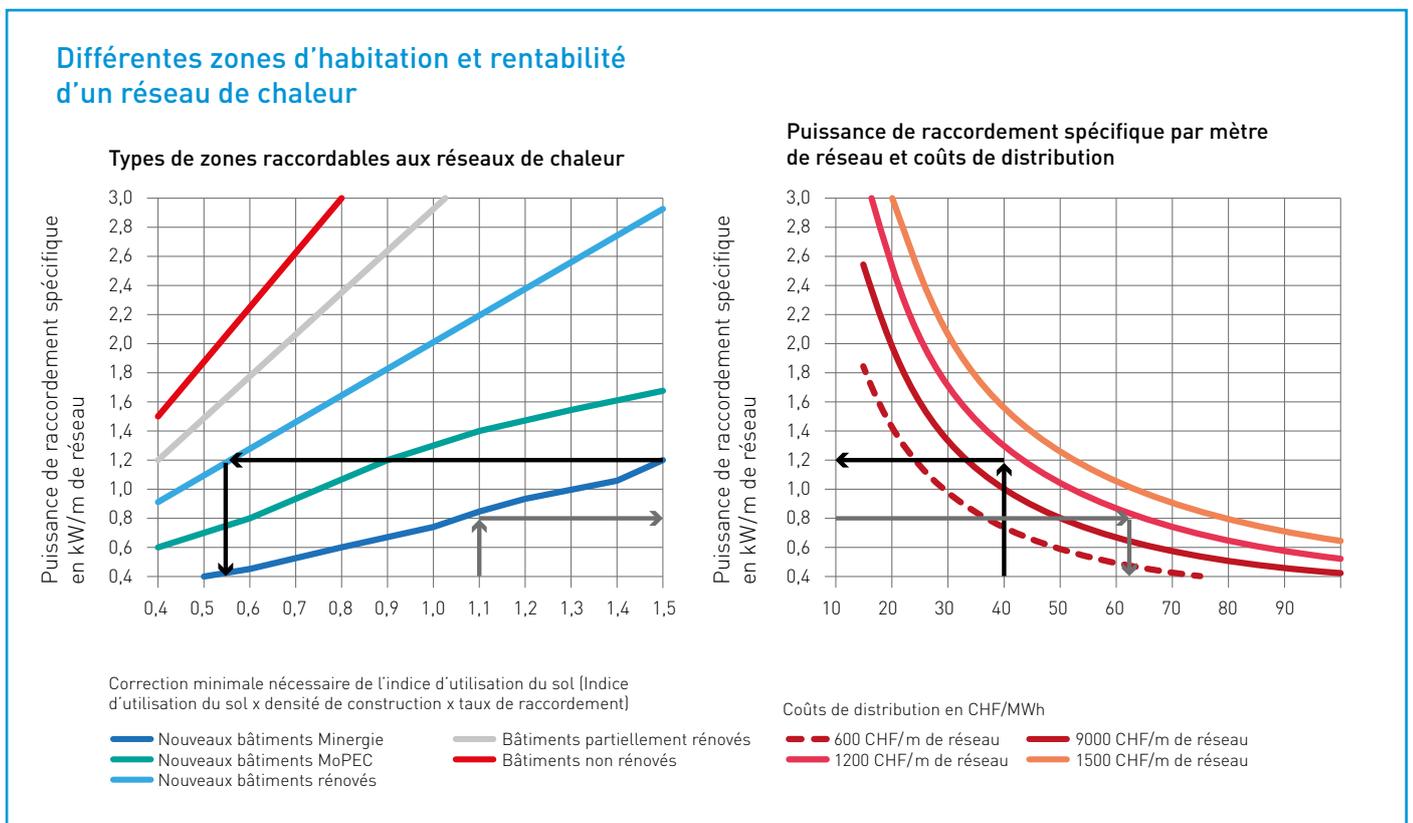


Figure 2 : Rentabilité économique des réseaux thermiques (econcept)

# Réalisation de réseaux thermiques

**Comment réaliser un nouveau réseau thermique ? Avant la réalisation d'un réseau énergétique, la commune doit prendre en considération l'offre et la demande de chaleur et de froid et évaluer dans les grandes lignes la faisabilité et la rentabilité d'un réseau thermique. L'inscription des zones de réseau dans la planification énergétique constitue la base de leur réalisation.**

Afin de pouvoir juger des conditions nécessaires à la réalisation d'un réseau thermique, on doit analyser le potentiel aussi bien du côté de l'offre que de la demande, ainsi que clarifier la faisabilité et la rentabilité (voir pages 2 à 5). La seconde étape menant à la réalisation d'un réseau de chaleur se base sur les instruments de planification suivants :

- Zones prioritaires pour les réseaux thermiques et les énergies renouvelables à inscrire dans la planification énergétique
- Directives correspondantes dans les plans d'affectation et les plans d'affectation spéciaux (part d'énergie renouvelable, obligation de raccordement) ; voir module 7.

En troisième étape, le porteur de projet du réseau thermique envisagé est à déterminer.

## OPTIONS ASSOCIÉES À LA RÉALISATION

Pour le porteur de projet du réseau énergétique à réaliser il existe plusieurs possibilités :

- La commune (ou un service industriel appartenant à la commune) devient propriétaire et exploitant du réseau énergétique.
- La planification, la construction et le financement ainsi que l'exploitation du réseau énergétique sont délégués à une entreprise d'approvisionnement en énergie comme contracteur.
- Entre ces deux extrêmes il existe différentes combinaisons possibles : par ex. la planification et la construction de la centrale énergétique et du réseau par l'entreprise d'approvisionnement énergétique ; le financement, l'exploitation et le service client par la commune (ou le service industriel de celle-ci).

## COLLABORATION AVEC UN PARTENAIRE

Si une commune ou une collectivité publique ne souhaite pas exploiter elle-même son réseau énergétique, elle a la possibilité de collaborer avec un partenaire. De tels contrats énergétiques comprennent l'externalisation de la planification, du financement, de la construction, de l'exploitation et la maintenance du système d'approvisionnement en énergie à une entreprise. Les partenaires sont généralement des fournisseurs d'énergie locaux ou régionaux.

## CHOIX DE L'ENTREPRISE D'APPROVISIONNEMENT EN ÉNERGIE

La marge de manœuvre d'une commune se distingue suivant la situation initiale :

- La commune est elle-même preneuse de chaleur et elle vérifie si d'autres preneurs peuvent être inclus dans le projet. Selon la règle d'appel d'offre public, elle peut mettre au concours le projet et établir un contrat avec le contracteur.
- La commune est initiatrice d'un projet de contracting énergétique, mais elle ne sera pas preneuse de chaleur (ou bien avec une proportion négligeable). Elle peut dans ce cas soutenir le projet et aider à sa réalisation. L'attribution d'une concession spécifique à une zone est conseillée.
- La régulation des droits et devoirs entre les communes et les entreprises d'approvisionnement en énergie est traitée en détail dans le module 9.

### Réseau de chaleur en mains communales

Si la commune souhaite exploiter elle-même un réseau énergétique ou contribuer dans une large mesure à son financement, le déroulement suivant est recommandé :

- Avant-projet, y compris les variantes de solutions techniques, calcul de la rentabilité, modèles de tarifs, indexation (entre autres l'adaptation au prix du mazout).
- Demande de garanties de la part des clients clés ; examen de l'opportunité d'édicter une obligation de raccordement.
- Projet détaillé et exécution.

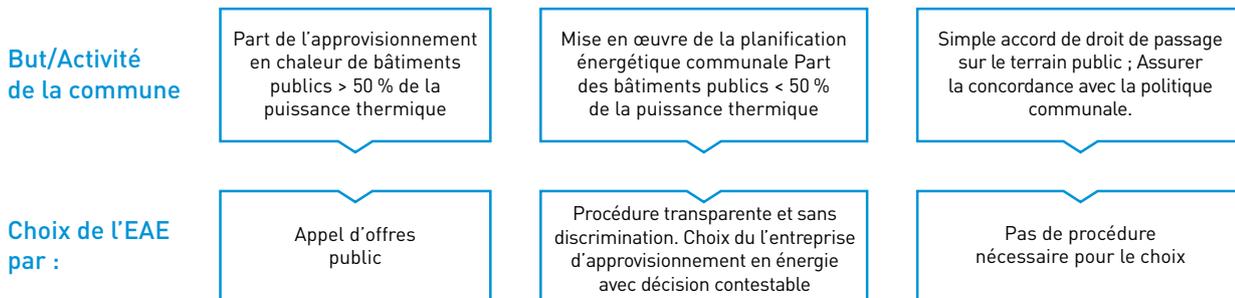


Figure 3 : Aide à la décision pour l'organisation de la procédure de choix lors de la construction d'un réseau thermique (PLANAR 2016)

# Attribution d'un projet de contracting énergétique

La réalisation d'une procédure pour le choix du contracteur est aussi conseillée même sans consommation de chaleur propre, afin que le projet puisse présenter un rapport coûts-bénéfices le plus avantageux possible. Le choix du

contracteur peut être basé sur les critères suivants : efficacité économique et technique, prix et objectifs qualitatifs (voir Tableau 2).

Contracting : étapes de mise en œuvre	Variante 1 : la commune est consommatrice de chaleur	Variante 2 : la commune est initiatrice, sans besoins de chaleur propres
<b>1. Idée et étude préliminaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Besoins concrets pour le chauffage d'un bâtiment</li> <li>Planification énergétique territoriale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Idée de projet dans le cadre de la planification énergétique territoriale</li> </ul>
<b>2. Bases juridiques</b> (voir Figure 3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observer les directives en matière d'appels d'offres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procédure transparente et sans discrimination</li> </ul>
<b>3. Bases techniques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire établir une étude préliminaire par la commune</li> <li>Rassembler les principales données de base (besoins en chaleur et en froid)</li> <li>Déterminer l'intérêt d'autres clients clés possibles</li> </ul>	
<b>4. Documents et procédure d'appel d'offres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Procédure sur invitation ou appel d'offre public, suivant l'importance de la soumission attendue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conseil : Procédure sur invitation avec minimum 3 entreprises d'approvisionnement en énergie adaptées</li> </ul>
<b>5. Séance d'information</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Invitation des entreprises intéressées à une visite sur place. Réponse aux questions. Remise des documents d'appel d'offres et fixation des délais.</li> </ul>	
<b>6. Confirmation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demander aux entreprises concernées de confirmer leur participation à la procédure d'appel d'offres. Au besoin, solliciter d'autres entreprises.</li> </ul>	
<b>7. Remise et évaluation des propositions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en concurrence sur les prix : critères d'évaluation axés sur la qualité et les prix</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en concurrence sur les idées et l'offre de prix : critères d'évaluation davantage axés sur les aspects conceptuels et qualitatifs</li> </ul>
<b>8. Adjudication</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrat d'achat de chaleur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La commune offre son appui au contracteur sélectionné en vue de la réalisation du projet</li> <li>La commune examine l'opportunité d'octroyer une concession pour l'exploitation du réseau d'énergie</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>La commune règle les questions de droit et devoirs avec le contracteur (voir module 9)</li> </ul>	
<b>9. Réalisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le contracteur réalise et exploite le réseau énergétique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La commune développe le projet avec le contracteur choisi</li> <li>Le contracteur lance un appel aux clients potentiellement intéressés (contrat préliminaire)</li> <li>Le contracteur réalise le réseau de distribution et passe des contrats avec les clients</li> </ul>

Tableau 2 : Démarches en vue de la réalisation d'un projet de contracting

#### Impressum

**Editeur** : SuisseEnergie pour les communes,  
c/o Nova Energie GmbH, 8370 Sirnach

**Première impression** : février 2011 [d]; révision décembre 2019 [d]

**Mandataire** : PLANAR AG für Raumentwicklung, 8055 Zürich

**Groupe d'accompagnement de la révision** : Brandes Energie AG, econcept AG,  
Hochschule Luzern HSLU

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