

Planification énergétique territoriale, novembre 2024

Module 7 : Principes réseaux thermiques

Adéquation et rentabilité

Des outils pour un approvisionnement en chaleur et en froid adapté à l'avenir
Information pour les autorités communales et les professionnels

Mentions légales

Editeur : SuisseEnergie pour les communes

Première impression : février 2011 ; révision : février 2019 ; révision : 2024

Mandataire : PLANAR AG für Raumentwicklung, 8055 Zurich ;

Soutien : Brandes Energie AG, econcept AG ; Planair

Groupe d'accompagnement Révision 2024 : cantons d'Argovie, canton de Berne, canton de Zurich, ville de Schaffhouse, ville de Biel/Bienne, ville de Zurich, Office fédéral du développement territorial (ARE), Office fédéral de l'énergie (OFEN), Réseaux thermiques suisses

Cette étude a été réalisée sur mandat de SuisseEnergie.

Les auteurs sont seuls responsables de leur contenu.

Le module 7 en bref

Aperçu des réseaux thermiques

La planification énergétique territoriale est une condition importante pour la réalisation de réseaux thermiques (comme les réseaux de chaleur/froid ou les réseaux d'énergie). Ceux-ci sont adaptés à l'approvisionnement des zones d'habitation en chaleur à haute et basse température ou en froid à partir de rejets thermiques et d'énergies renouvelables locales.

Exploitation économique des réseaux thermiques

Afin d'examiner l'exploitation économique d'un réseau thermique, il est nécessaire de procéder à des clarifications concernant les coûts de revient lors de la production d'énergie, la densité des besoins en chaleur et en froid, aux exigences des bâtiments existants ainsi qu'aux coûts de la distribution d'énergie dans la zone d'approvisionnement. La coordination avec un éventuel approvisionnement en gaz existant est également impérative.

Informations complémentaires et liens

- Organisation et financement des réseaux thermiques, module 8
- Annexe séparée pour les modules 1 à 10

Table des matières

1.	Aperçu des réseaux thermiques	4
1.1	Importance des réseaux thermiques pour la transformation de la chaleur	4
1.2	Compréhension des réseaux thermiques	4
1.3	Objectif des réseaux thermiques	5
1.4	Évaluation de l'aptitude	5
1.4.1	Combinaison de la fourniture de chaleur et de froid.....	6
1.5	Décarbonation des réseaux thermiques.....	7
2.	Sites des centrales et accumulateurs d'énergie	9
3.	Rentabilité des réseaux thermiques	10
3.1	Paramètres clés pour la rentabilité des réseaux thermiques	10
3.2	Détermination des coûts de production d'énergie approximatifs	11
3.3	Risques et réflexions supplémentaires.....	12
4.	Sources	13

1. Aperçu des réseaux thermiques

Où est-il opportun de construire des réseaux thermiques ? Quels sont les facteurs qui influencent l'adéquation d'un réseau thermique ? Outre les conditions techniques et spatiales, il faut également tenir compte de la rentabilité et de la coordination avec les réseaux d'approvisionnement déjà existants.

1.1 Importance des réseaux thermiques pour la transformation de la chaleur

D'ici 2050, les chauffages fossiles doivent être remplacés par des systèmes de chauffage sans CO₂. Dans ce contexte, les réseaux thermiques sont d'une importance capitale pour l'approvisionnement en chaleur sans CO₂ des bâtiments et, en partie, des entreprises industrielles dans les zones à forte densité de consommation d'énergie. Ils permettent d'utiliser les rejets thermiques liés au site ainsi que la chaleur issue de sources renouvelables telles que les usines de traitement des ordures ménagères, les eaux superficielles et souterraines, les eaux usées, la géothermie et la biomasse.

Près de 40 % des besoins en énergie finale pour le chauffage des locaux et de l'eau pourraient être couverts par des réseaux thermiques d'ici 2050. Cela permettrait d'alimenter environ 700 000 ménages par des réseaux thermiques et de remplacer en moyenne 2 500 litres de pétrole par ménage. Au total, les émissions de CO₂ pourraient être réduites de 5 millions de tonnes de cette manière (OFEN 2023a ; EnDK 2019). Les réseaux thermiques constituent donc une alternative au réseau de gaz. Au cours des prochaines années, de nombreux chauffages fossiles seront remplacés par des chauffages renouvelables. Dans certains cantons, la loi l'impose. La mise en place d'un réseau thermique doit donc avoir lieu dans les dix à quinze prochaines années afin de ne pas perdre trop de clients potentiels au profit de solutions individuelles.

1.2 Compréhension des réseaux thermiques

Un réseau thermique est la distribution par conduction de chaleur et/ou de froid à partir d'une source d'énergie commune. Au sein des réseaux thermiques, on distingue les réseaux à haute température et les réseaux à basse température (voir fig. 1).

- Les réseaux à haute température présentent une température de départ de plus de 60 °C. Les réseaux à basse température présentent une température de départ de moins de 60 °C.
- Les réseaux basse température présentent une température de départ inférieure à 60 °C. Les réseaux énergétiques constituent la dernière génération de réseaux thermiques. Ils distribuent de l'énergie produite à basse température (<30 °C), à partir de rejets thermiques ou de chaleur environnementale (géothermie, eaux souterraines et de surface, air). L'élévation de la température au niveau requis ne se fait pas de manière centralisée, mais chez l'utilisateur concerné. Les réseaux d'énergie permettent de chauffer et de refroidir, mais aussi d'utiliser ailleurs les rejets thermiques de faible valeur provenant de l'industrie et de l'artisanat.

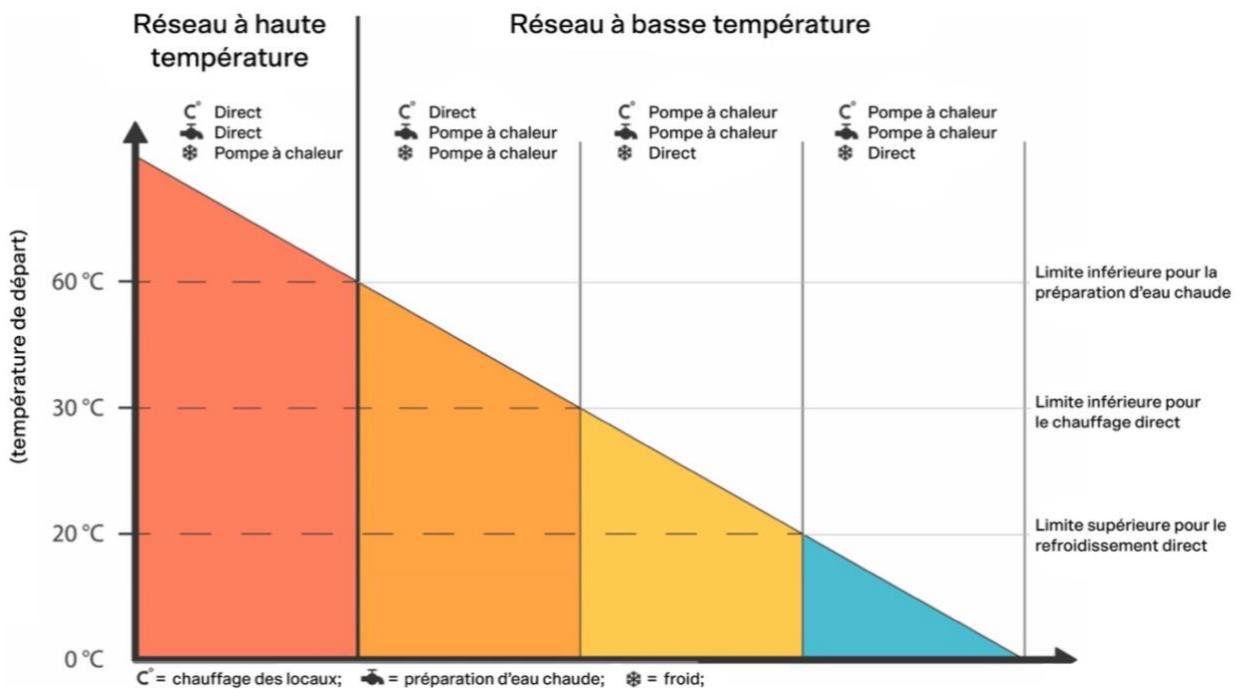


Figure 1: Aperçu des types de réseaux thermiques, de leur température de départ et de leur utilisation. Tiré du séminaire Réseaux thermiques suisses

1.3 Objectif des réseaux thermiques

Les réseaux thermiques permettent d'organiser l'approvisionnement en chaleur et en froid à un niveau supérieur. La planification des réseaux thermiques doit toutefois être effectuée avec prudence, car leur mise en place et leur exploitation sont déterminées par des investissements élevés et de longues périodes d'utilisation et d'amortissement. Les réseaux thermiques sont créés dans les buts suivants :

- Utilisation des rejets thermiques des usines d'incinération des ordures ménagères, de l'industrie et de l'artisanat, des STEP et des installations de cogénération
- Utilisation de sources de chaleur et de froid renouvelables et localisées
- Approvisionnement en chaleur et en froid et utilisation simultanée de la chaleur perdue des installations frigorifiques
- Exploitation de technologies de production d'énergie (combinées) comme les pompes à chaleur, les chauffages au bois, la géothermie et les installations CCF
- Approvisionnement dans les zones où les solutions individuelles ne sont pas possibles ou seulement de manière limitée

1.4 Évaluation de la pertinence

Pour déterminer un approvisionnement en énergie approprié, il convient de prendre en compte divers aspects de planification (fig. 2). Le critère le plus important pour un réseau thermique est le futur besoin de chaleur et de froid à couvrir par le réseau dans la zone d'approvisionnement (déduction faite des solutions individuelles renouvelables déjà existantes). Ce n'est que si la densité des besoins en chaleur et en froid est suffisante que les conditions d'un approvisionnement par des réseaux thermiques sont réunies. Par ailleurs, les conditions de construction (p. ex. intégration possible d'une centrale énergétique ou viabilisation d'un site dans le cadre d'un projet de construction), ainsi que les sources d'énergie locales, peuvent également favoriser la mise en place d'un réseau thermique. Si ce n'est pas le cas, il convient de viser une utilisation décentralisée des rejets thermiques et des énergies renouvelables. Si une zone se prête à un réseau thermique, il convient de déterminer s'il existe des sources de chaleur résiduelle et, le cas échéant, lesquelles. En présence de rejets thermiques de haute qualité (p. ex. rejets thermiques des UIOM) avec un niveau de température directement utilisable, on peut viser une interconnexion avec une température de départ élevée. En cas de chaleur résiduelle ou environnementale de faible valeur qui n'est

pas directement utilisable, un réseau thermique à basse température de départ peut être envisagé comme mode d'approvisionnement, dans la mesure où les besoins du client peuvent être satisfaits.

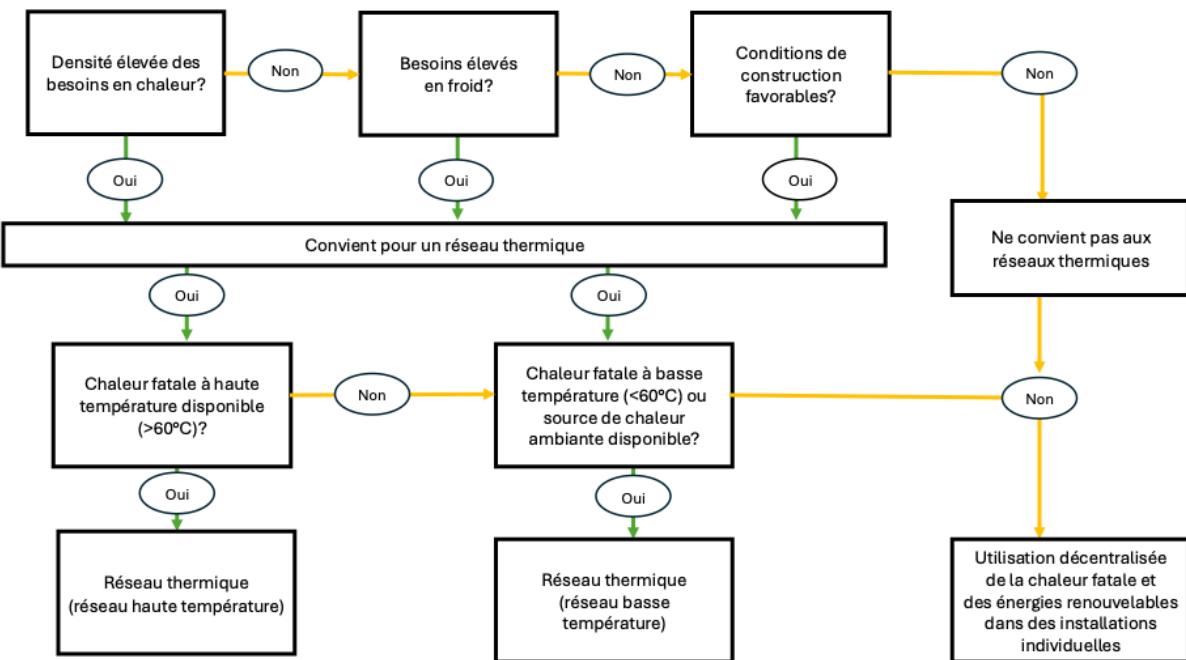


Figure 2: Procédure de décision pour la mise en place d'un réseau thermique

Les autres conditions suivantes favorisent la mise en place d'un réseau thermique :

- Gros consommateurs ayant des besoins(s) en chaleur toute l'année (clients clés tels que les écoles, les hôpitaux, les maisons de retraite, les blanchisseries)
- Gros consommateurs ayant besoin de froid toute l'année (clients clés comme les centres de calcul)
- Les zones résidentielles : les zones résidentielles anciennes et densément construites présentent une forte densité de besoins en chaleur ; les zones de transformation et les nouvelles zones de construction présentant une densité thermique moindre peuvent souvent être approvisionnées par des réseaux basse température, dans lesquels la production de chaleur est décentralisée dans les bâtiments à l'aide de pompes à chaleur (PAC).
- Durée d'exploitation : lors de l'évaluation de l'aptitude des zones, il convient de tenir compte des besoins en chaleur futurs (en tenant compte des rénovations de bâtiments, des constructions de remplacement) ainsi que de la disponibilité temporelle des sources d'énergie.
- Augmentation de la demande de froid : en raison des changements climatiques, la demande de froid va augmenter. Il convient de l'évaluer et d'en tenir compte lors de la planification. Par exemple, un système flexible peut distribuer de la chaleur en hiver et du froid en été.
- Zones avec une part importante d'industrie, d'artisanat et de services : La desserte des zones industrielles et artisanales par des réseaux de chaleur ou de froid combinés doit être examinée en détail et au cas par cas.

1.4.1 Combinaison de la fourniture de chaleur et de froid

La demande de froid pour la climatisation des bâtiments de services, des installations de serveurs et des centres de calcul est en nette augmentation (réchauffement climatique, îlots de chaleur dans les centres-villes, chaleur perdue de l'informatique ainsi qu'exigences de confort croissantes). La production de froid conventionnel - machines frigorifiques fonctionnant à l'électricité - génère des rejets thermiques qui, en période de canicule, réchauffent encore le microclimat des centres-villes.

L'approvisionnement en chaleur et en froid peut être judicieusement combiné dans les réseaux thermiques. Il existe différents types de combinaisons possibles, qui doivent être choisies en fonction de la demande :

- Réseau d'énergie : ce système à deux conduites est conçu pour les basses températures. Dans le cas idéal, le réseau d'énergie peut être utilisé directement pour le refroidissement, sans pompe à chaleur (PAC) supplémentaire. Cette solution est extrêmement efficace sur le plan thermodynamique. Les conduites d'un réseau énergétique ont un diamètre relativement grand, car il n'y a qu'une faible différence de température entre l'aller et le retour (ou le côté chaud et le côté froid). Dans ce système, la chaleur est fournie en même temps que le froid, qui nécessite un départ et un retour, soit quatre tuyauteries. Des machines thermiques et frigorifiques centrales produisent de la chaleur et du froid qui peuvent être mis à disposition chacun dans un réseau séparé. L'un des grands avantages de ce système est que la chaleur résiduelle de la production de froid peut être directement injectée dans la distribution de chaleur. Le système peut donc être particulièrement efficace. Comme les coûts de construction augmentent avec le nombre de conducteurs, de tels réseaux sont généralement très limités dans l'espace.
- Système Change-Over (système à deux tubes) : Dans ce système à deux tubes, le mode de fonctionnement change tous les six mois : en hiver, la température de départ est au niveau utile direct ($> 60^{\circ}\text{C}$), et en été, la température de départ est inférieure à 20°C , ce qui permet de refroidir directement. Ce système n'est toutefois rentable que s'il n'y a pas de besoin de refroidissement en hiver et que le besoin de refroidissement est plus élevé que le besoin de chauffage en été. Cela est particulièrement intéressant lorsque l'eau chaude sanitaire est produite localement (chauffe-eau à pompe à chaleur). En outre, le vieillissement de la tuyauterie doit être examiné de près, car il peut être accéléré par de grandes variations de température.

Coordination avec l'approvisionnement en gaz

La coordination de l'approvisionnement en gaz avec les réseaux thermiques existants et planifiés est une tâche essentielle de la planification énergétique territoriale. Les considérations, principes de planification et mesures correspondantes sont décrits dans le module 6 "Réseau gazier du futur". Les points les plus importants sont les suivants :

- Dans les zones où des réseaux thermiques existants ou en projet sont déjà alimentés en gaz, il convient de définir la procédure à suivre en cas de conflits d'intérêts pour les entreprises d'énergie et de gaz concernées. Le passage direct de l'approvisionnement en gaz à un réseau thermique est souvent moins coûteux, mais nécessite une très bonne coordination avec toutes les parties concernées.
- En l'absence de réseaux thermiques, il est possible de définir les sources énergétiques renouvelables les plus adaptées à la zone concernée.
- Afin de garantir une coordination entre l'approvisionnement en gaz et les réseaux thermiques, il est préférable que l'approvisionnement en gaz analyse son réseau (âge et état des conduites) en amont de la planification énergétique territoriale et, dans l'idéal, qu'il établisse déjà une planification du réseau cible qui tienne compte, si possible, de la situation régionale et interrégionale. Il convient de noter que le gaz naturel et l'hydrogène ne sont pas prévus pour être utilisés à l'avenir dans le chauffage des locaux.

1.5 Décarbonation des réseaux thermiques

Pour atteindre le zéro net en 2050, il est essentiel que les réseaux thermiques soient exploités sans énergie fossile. Les technologies permettant d'exploiter un réseau thermique sans énergie fossile en charge de base sont déjà répandues. Souvent, le mazout ou le gaz sont encore utilisés pour couvrir les charges de pointe. Selon le guide pour des réseaux thermiques sans émissions (Planair SA & Verenum AG 2023), il existe différentes possibilités pour la décarbonation des réseaux thermiques :

- Accumulateurs thermiques : des accumulateurs (à long terme et saisonniers) peuvent être utilisés pour couvrir ou minimiser la charge de pointe. Le choix du type d'accumulateur dépend des conditions locales.
- Optimisation de l'exploitation : un réglage optimal de l'exploitation, de la production à l'utilisateur en passant par la distribution, permet de minimiser la couverture de pointe, par exemple en augmentant l'efficacité et en réduisant la simultanéité des besoins (déplacement de la charge).
- Optimisation côté production : la régulation des réseaux thermiques fonctionne souvent de manière réactive, c'est-à-dire que les exploitants réagissent aux signaux en influençant le générateur de chaleur. Comme les énergies renouvelables sont généralement moins flexibles que les énergies fossiles pour réagir aux changements de la demande, les prévisions de la demande servent à optimiser le système.
- Sources énergétiques alternatives (charge de base) : les sources d'énergie renouvelables peuvent remplacer les sources d'énergie fossiles en combinaison avec un réchauffage par des combustibles synthétiques ou des chaudières à électrodes.
- Sources énergétiques alternatives (charge de pointe) : le biogaz et les chaudières à électrodes sont des alternatives renouvelables déjà disponibles aujourd'hui pour couvrir les pics de consommation d'énergie fossile. La disponibilité du biogaz doit être vérifiée à l'avance, car il s'agit d'une ressource rare (Planair SA & Verenum AG 2023). A partir de 2040 environ, les combustibles synthétiques ou l'hydrogène pourraient également constituer une alternative (Association des entreprises électriques suisses 2022).

2. Sites des centrales et accumulateurs d'énergie

Pour la mise en place d'un réseau thermique, la construction d'une centrale énergétique est indispensable. D'autres infrastructures sont souvent nécessaires, comme des prises d'eau près de lacs ou de rivières, des forages de sondes géothermiques ou des puits de pompage en cas d'utilisation d'eau souterraine. Les accumulateurs d'énergie joueront également un rôle plus important à l'avenir. Compte tenu de la densification croissante des constructions, la recherche de sites devient de plus en plus complexe, c'est pourquoi il est essentiel de s'assurer suffisamment tôt de l'existence de sites appropriés. Plusieurs facteurs entrent en ligne de compte dans le choix d'un site pour les centrales et les accumulateurs d'énergie :

- Proximité de la zone de couverture
- Disponibilité des potentiels énergétiques et des consommateurs d'énergie
- Facteurs économiques (ex. proximité de la zone d'approvisionnement)
- Connexion à l'infrastructure
- Topographie du site
- Prescriptions légales (OPN/ OPEau, obligations en matière d'environnement et de protection de la nature)
- Obligations en matière d'environnement et de protection de la nature
- Propriétaire(s) foncier(s) du site

L'importance de ces facteurs varie en fonction du site et de la source énergétique prévue pour les infrastructures nécessaires. La commune dispose de différentes options pour sécuriser les sites d'implantation des infrastructures. Différentes situations de départ doivent être prises en compte :

- Propriété du site
- Terrain appartenant à la commune : si le site appartient déjà à la commune, celle-ci peut disposer de la zone et délivrer les autorisations nécessaires sans négociations foncières supplémentaires. Cela permet souvent une mise en œuvre plus rapide et moins coûteuse du projet.
- Propriété privée : si le site est une propriété privée, la municipalité doit mener des négociations et, le cas échéant, conclure des accords de location ou d'achat. Cela peut nécessiter de longues négociations et des compromis financiers.
- Zone du site
- Emplacement dans la zone à bâtir : si le site se trouve dans une zone à bâtir, le développement est généralement plus rapide, car il n'est généralement pas nécessaire de modifier fondamentalement le règlement de la zone. Les zones industrielles ou artisanales ou les zones destinées aux bâtiments publics sont particulièrement adaptées à la construction d'une centrale énergétique ou d'un accumulateur ; les zones purement résidentielles, en revanche, s'y prêtent moins.
- Site en dehors de la zone à bâtir : si le terrain nécessaire se trouve en dehors d'une zone à bâtir, un classement en zone constructible est généralement nécessaire. Ce processus peut être long et nécessite une étroite concertation avec les autorités supérieures et le public.

Selon la situation de départ, la commune dispose de différentes possibilités d'action pour garantir des sites appropriés pour des centrales énergétiques ou des accumulateurs d'énergie. Elle peut par exemple utiliser ses propres terrains à cette fin et permettre ainsi une mise en œuvre directe sans processus d'acquisition supplémentaire. Alternativement, il est possible d'acquérir des surfaces auprès de propriétaires privés afin de garantir les sites nécessaires. Si la zone prévue ne se trouve pas dans une zone à bâtir appropriée, la commune peut en outre viser un zonage afin de permettre légalement la construction d'une centrale énergétique ou d'un accumulateur (solaire). En cas de zonage, il est nécessaire d'apporter la preuve de l'obligation d'implantation.

3. Rentabilité des réseaux thermiques

Il est difficile d'évaluer la rentabilité d'un réseau thermique de manière générale, car elle dépend de nombreux facteurs. Les coûts énergétiques et les coûts d'investissement influencent notamment le tarif énergétique proposé et donc la compétitivité par rapport aux solutions de chauffage individuelles. La rentabilité doit donc impérativement être examinée de plus près dans le cadre d'une étude de faisabilité. Ce chapitre présente quelques conditions favorables à l'exploitation économique des réseaux thermiques.

3.1 Paramètres clés pour la rentabilité des réseaux thermiques

L'approvisionnement par des réseaux thermiques est rentable lorsque, sur l'ensemble du cycle de vie, les dépenses, y compris les coûts externes, ne sont pas plus élevées qu'un approvisionnement décentralisé en chaleur et en froid (SIA 480). Les facteurs suivants influencent fortement la rentabilité d'un réseau thermique :

1. *Densité des besoins en énergie* : la densité des besoins en énergie est le besoin en énergie par an de tous les consommateurs par rapport à la surface de base d'une zone d'approvisionnement. Une zone peut devenir intéressante à partir d'une densité de demande d'énergie d'environ 400 MWh par an et par hectare
2. *Taux de raccordement* : le taux de raccordement indique le rapport entre la quantité d'énergie raccordée et la quantité d'énergie potentiellement disponible. Pour une exploitation rentable, des ordres de grandeur de 50 % ou plus sont souvent nécessaires.
3. *Densité de raccordement* (également appelée densité de ligne ou densité d'énergie linéaire) : La densité de raccordement décrit le rapport entre l'énergie fournie aux clients par an et la longueur totale des lignes. Plus le besoin en énergie par surface est élevé et plus la longueur des lignes est faible, plus un réseau thermique peut être exploité de manière économique. Une zone peut devenir intéressante à partir d'une densité de puissance supérieure à 1 kW par mètre de tracé (m) ou à plus de 2 MWh/(m·a) en cas d'exploitation toute l'année. Comme la longueur du réseau de conduites est souvent encore inconnue avant l'étude de faisabilité, on peut utiliser la règle générale d'environ 200 à 300 Tm de conduites nécessaires par hectare de zone d'habitation pour la desserte principale.

Densité thermique dans les nouveaux quartiers

Dans les nouveaux quartiers, les besoins de chauffage devraient diminuer en raison des exigences accrues en matière d'isolation thermique ; les besoins en chaleur pour l'eau chaude sanitaire restent à peu près constants. Les bâtiments peuvent être chauffés à un niveau de température peu élevé. Cela favorise l'approvisionnement individuel par bâtiment avec des sources d'énergie renouvelables (par ex. géothermie). Ainsi, la pertinence des réseaux thermiques se limite aux nouveaux quartiers à très forte densité de construction, à la chaleur résiduelle et à la chaleur environnementale disponibles localement, aux besoins élevés en refroidissement ou aux conditions de construction particulières. Les réseaux d'énergie peuvent constituer une option intéressante pour répondre aux besoins combinés de chaleur et de froid.

Le tableau 1 fournit de premières indications sur les domaines dans lesquels un réseau thermique peut être exploité de manière rentable et où il est donc judicieux de procéder à un examen approfondi.

Taux d'utilisation	Constructions existantes		Nouvelles constructions	
	Réseaux HT (≥ 60 °C)	Réseaux NT (< 60 °C)	Réseaux HT fossile max. 20)	Réseaux NT (chaleur résiduelle ou renouvelable)
< 0,5	peu approprié	peu approprié	peu approprié	peu approprié
< 0,5 à 0,80	convient sous réserve	convient sous réserve	peu approprié	convient sous réserve
0,80 à 1,10	approprié	approprié	convient sous réserve	convient sous réserve
> 1,10	approprié	approprié	approprié	approprié

Tableau1 : Aptitude côté utilisateur des zones résidentielles ou des zones avec une majorité de bâtiments résidentiels pour les réseaux haute (HT) et basse température (BT). Hypothèses de départ : Densité de raccordement env. 1 kW / Tm (env. 2 MWh / a mètre de tracé (Tm)). Coûts de distribution pour les nouveaux bâtiments : 800 Fr. / Tm ; bâtiments existants : 1200 Fr. / Tm ; limite de rentabilité pour des coûts de distribution de 40 Fr. / MWh)

Glossaire

Taux d'aménagement : rapport entre la substance bâtie et la substance autorisée par le plan de zone (tableau 1 : hypothèse 100 %).

Densité de raccordement : rapport entre la quantité d'énergie raccordée et la quantité d'énergie potentiellement prélevée (tab. 1 : hypothèse 75 %). Pour les zones présentant des consommateurs similaires, cela correspond également à la part du nombre de consommateurs de chaleur raccordés.

Coefficient d'utilisation : rapport entre la surface brute de plancher imputable du bâtiment et la surface de terrain imputable

3.2 Détermination des coûts de production d'énergie approximatifs

Le coût de production de l'énergie est souvent utilisé pour déterminer la rentabilité d'une installation et pour comparer les coûts avec d'autres systèmes. Les coûts de production d'énergie indiquent combien il coûte de produire une certaine quantité d'énergie. Ils sont calculés en divisant tous les coûts encourus pour produire cette quantité d'énergie par la quantité d'énergie produite : Production d'énergie = $\frac{\text{Coûts totaux}}{\text{Quantité d'énergie produite}}$. Le coût total comprend les coûts d'investissement, les coûts d'exploitation, les coûts de capital et les coûts d'élimination. On tient également compte du soutien financier, par exemple des programmes d'aide ou des projets de compensation climatique. Les coûts de revient des réseaux thermiques se situent typiquement entre 50 et 170 CHF/MWh. (Association suisse du chauffage à distance 2022)

En principe, plus les coûts de production d'énergie sont faibles, plus la distribution dans le réseau thermique peut être coûteuse. Les coûts de distribution sont influencés de manière décisive par la production de chaleur/froid (MWh / a) par m (tableau 1).

Coûts d'investissement

Les coûts d'investissement comprennent tous les coûts liés à la construction initiale du réseau thermique. Ils comprennent les coûts de planification, les coûts de production d'énergie, de distribution d'énergie et de remise aux clients. En ce qui concerne les coûts de distribution d'énergie, ce sont notamment les coûts des conduites qui jouent un rôle important ; ceux-ci dépendent à leur tour des facteurs suivants (liste non exhaustive) :

- *Lieu de pose* : en milieu urbain, les coûts de construction peuvent être 1,5 à 5 fois plus élevés qu'en milieu rural. Si la viabilisation d'une zone se fait en même temps que les autres conduites et routes, on peut s'attendre à des coûts moins élevés.
- *Tracé* : une forte densité de conduites industrielles, ainsi que des traversées de cours d'eau, de voies ferrées ou d'autoroutes sont particulièrement génératrices de coûts.
- *Niveau de température et fluide thermique* : les réseaux à basse température sans isolation sont souvent moins chers que les réseaux à haute température (valeur indicative pour une conduite de vapeur en caniveau avec DN 100 : 4 000 CHF/mètre) (Association suisse du chauffage à distance 2022).

3.3 Risques et réflexions supplémentaires

La construction de centrales énergétiques et de réseaux thermiques est un investissement à long terme. La durée d'amortissement des centrales énergétiques est de 20 à 25 ans et celle des réseaux thermiques d'environ 40 ans. C'est pourquoi il est important, lors de l'analyse de rentabilité, de procéder également à une évaluation des risques d'écart par rapport au développement prévu. De tels écarts pourraient par exemple signifier que le développement prévu ne sera pas entièrement atteint. Les ventes d'énergie peuvent également diminuer en raison de la rénovation de bâtiments ou de nouvelles exigences économiques et légales. De plus, les prix de l'énergie pourraient changer, les coûts d'investissement pourraient augmenter ou les taux d'intérêt pourraient changer. (*Groupe de travail QM Chauffage urbain 2022*)

D'autres étapes après la confirmation de la faisabilité d'un réseau thermique sont présentées dans le module 8.

4. Sources

- Office fédéral de l'énergie (OFEN) (2023a). Stratégie thermique 2050. Berne, Suisse. Disponible sur : <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/74920.pdf> (consulté le [17.07.2024]).
- Gnehm, Rita (2022) : Guidance for cities developing H/C plans. Decarb City Pipes 2050.
- Haute école de Lucerne (HSLU) (2024) : Séminaire sur les réseaux thermiques en Suisse.
- Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) (2019) : Fiche technique sur le chauffage à distance en bref. Disponible sur : https://www.endk.ch/de/ablage/energieberatung/Merkblatt%20Fernwaerme%20in%20Kuerze%2020190502_d.pdf (consulté le [17.07.2024]).
- PLANAR (2016) : Droits et obligations en matière d'approvisionnement en chaleur dans le cadre d'un réseau. SuisseEnergie, cantons LU, SG, TG, SH, ZH. Berne, Suisse.
- PLANAR (2017) : Prescriptions énergétiques dans les plans d'affectation et les plans spéciaux. SuisseEnergie. Berne, Suisse.
- Planair SA & Verenum AG (2023) : Guide pour des réseaux thermiques sans émissions. RES DHC.
- SIA 480 : Calcul de rentabilité pour les investissements dans le bâtiment. Société suisse des ingénieurs et des architectes. Zurich, Suisse.
- Association suisse du chauffage à distance (2022) : Guide du chauffage / du refroidissement à distance. SuisseEnergie & chauffage à distance. Berne, Suisse.
- Association des entreprises électriques suisses (AES) (2022) : Pleins feux sur l'hydrogène. Avenir énergétique 2050. Des pistes pour l'avenir énergétique et climatique de la Suisse.
- Groupe de travail QM Chauffage urbain (2022) : Manuel de planification du chauffage à distance. SuisseEnergie & QM Chauffage à distance. Berne, Suisse.