



Conversion aux énergies renouvelables des réseaux thermiques urbains existants

LE CHAUFFAGE À DISTANCE RENOUVELABLE EN SUISSE

Analyse des conditions-cadres - Opportunités et obstacles au développement de marché



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No. 952873.

Informations sur le document :

Les auteurs : Laure Deschaintre, Planair
Stefan Thalmann, Verenum

Contact: Planair SA
rue Galilée 6
1400 Yverdon-les-Bains
Switzerland
+41 (0)24 566 52 14
laure.deschaintre@planair.ch



Dernière mise à jour : Février 2021

Work Package : WP2 : Préparation des bases
Tâche 2.1 : Analyses
Livrable : D2.1 : Analyses au niveau régional et européen
Statut : Public

Site web du projet : www.res-dhc.eu

Décharge de responsabilité :

Les auteurs sont seuls responsables du contenu de cette publication. Il ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne. Ni la Commission européenne ni les auteurs ne sont responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans cette publication.

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	2
2. Champ d'application	2
3. Ressources disponibles.....	4
4. Le chauffage à distance en Suisse.....	5
4.1. Situation actuelle	5
4.2. Potentiel jusqu'en 2050	8
5. Les acteurs du marché	10
6. Planification énergétique	12
7. Efficacité économique et promotion.....	12
7.1. Rentabilité	12
7.2. Subventions	13
8. lois et règlements	14
9. Aspects socio-économiques	15
10. Barrières et opportunités	16
11. Exemples de bonnes pratiques	24
11.1. Bâle.....	24
11.2. Berne	24
11.3. Genève	25
11.4. Énergie Ausserschwyz AG	26
12. Sources.....	27

1. INTRODUCTION

Le projet H2020 RES-DHC encourage le développement du marché du chauffage à distance renouvelable, en mettant l'accent sur les réseaux de chauffage à distance existants. Afin de développer des mesures significatives pour la Suisse, ce document résume la situation actuelle du chauffage à distance (renouvelable) en Suisse, explique l'état actuel des connaissances sur le potentiel jusqu'en 2050 et décrit les conditions cadres les plus importantes pour le développement du marché ainsi que les opportunités et les obstacles. Le projet RES-DHC durera environ trois ans.

Sur mandat de SuisseEnergie, Verenum AG prépare, en collaboration avec l'Association suisse du chauffage à distance (ASCAD) et la Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU), une *fiche d'information sur le chauffage à distance* [1] qui devrait être publiée en mars 2021. L'analyse présentée ici contient une grande partie des informations de cette fiche.

2. CHAMP D'APPLICATION

Les réseaux de chauffage à distance transfèrent la chaleur de la source à haute température (générateur de chaleur) au consommateur à plus basse température [2]. Si l'eau est à une température inférieure à la température ambiante, il s'agit de refroidissement. Un réseau thermique peut fournir du froid à distance lorsqu'un consommateur répond à sa demande de refroidissement en transférant de la chaleur au réseau, augmentant ainsi la température du réseau.

Les **réseaux de chauffage à distance classiques** sont également appelés "réseaux à haute température" selon la **Figure 1** et permettent le chauffage de bâtiments, la fourniture d'eau chaude et la fourniture de chaleur pour les processus. Des températures de fluide d'au moins 60 °C et parfois jusqu'à plus de 150 °C sont utilisées à cette fin. L'énergie thermique est généralement acheminée d'un point central vers les bâtiments à alimenter. Cela nécessite un système de distribution de la chaleur sous forme de conduites isolées thermiquement et souvent enterrées. Cela signifie, par exemple, que la chaleur résiduelle des usines d'incinération des déchets et des centrales de cogénération ou la chaleur des couches géologiques plus profondes peuvent être utilisées directement. Le chauffage à distance traditionnel comprend également les centrales à bois et les grandes pompes à chaleur qui utilisent la chaleur résiduelle des processus de refroidissement, des stations d'épuration des eaux usées, etc. ou qui tirent la chaleur des eaux souterraines ou de surface.

Les **réseaux à basse température** désignent les réseaux d'échange de chaleur qui fonctionnent à des températures inférieures à 60 °C. La chaleur à basse température peut être utilisée pour le chauffage des locaux (à partir de 30 °C) ou pour alimenter des pompes à chaleur décentralisées (également en dessous de 30 °C). À des températures inférieures à 20 °C, le réseau peut également servir de dissipateur thermique et donc de source de refroidissement (voir **Figure 1**). Dans ce dernier cas, l'application est également appelée "froid à distance". Les applications de distribution de chaleur à des températures inférieures

à 30°C sont parfois aussi appelées "réseaux d'énergie". Comme il s'agit d'un terme physiquement imprécis, il n'est pas utilisé dans la suite du présent document.

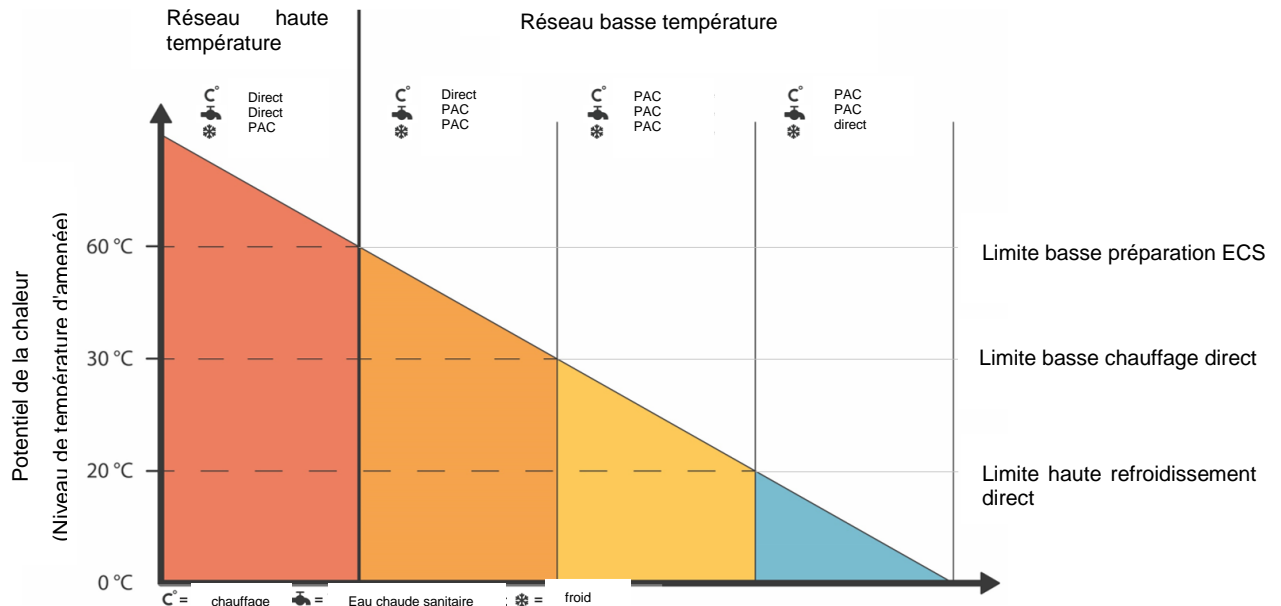


Figure 1 Classification des réseaux thermiques en fonction de la température d'entrée dans le réseau (selon [3] avec ajouts). En outre, il est indiqué si le chauffage des locaux, la préparation de l'eau chaude et le refroidissement sont fournis directement ou si une pompe à chaleur supplémentaire est nécessaire.

Les réseaux thermiques sont un terme générique pour les réseaux de chaleur à tous les niveaux de température. Comme nous l'avons déjà décrit, les réseaux thermiques se distinguent, entre autres, par la **température de fonctionnement**. En outre, il existe également différents **modes de fonctionnement en ce qui concerne la direction de l'écoulement de l'eau** (directionnel ou non directionnel) et le flux d'énergie dans le système (unidirectionnel ou bidirectionnel) [3].

Les **sources d'énergie** suivantes sont principalement utilisées pour alimenter les réseaux thermiques en Suisse :

- Les déchets municipaux et leur chaleur résiduelle provenant des UVTD (généralement des installations de cogénération dans les UVTD)
- Le bois énergie sous forme de copeaux, de déchets de bois, de bois de rebut et parfois aussi de pellets
- La biomasse fermentescible dans les installations de biogaz pour la production combinée de chaleur et d'électricité (dans les installations de biogaz régionales et les STEP)
- La chaleur environnementale comme source de chaleur pour les pompes à chaleur centralisées et décentralisées pour le chauffage ou comme puits de chaleur pour le refroidissement passif des bâtiments (free cooling)
 - Eaux de surface (lacs et rivières)
 - Eaux souterraines (différentes profondeurs)

- Géothermie (en particulier les sondes géothermiques)
- La chaleur résiduelle provenant de diverses sources d'énergie, notamment les centrales nucléaires, les processus industriels à base de combustibles fossiles ou d'énergie électrique, la chaleur résiduelle des installations de réfrigération, des bâtiments et des eaux usées, et à l'avenir peut-être aussi des centrales géothermiques.
- Les combustibles fossiles (pour la charge de pointe et la redondance, limitées à l'avenir).

En outre, l'air ambiant et le rayonnement solaire sont également disponibles comme sources de chaleur, mais n'ont jusqu'à présent été utilisés que sporadiquement pour alimenter les réseaux thermiques en Suisse. Pour les pompes à chaleur, les sources de chaleur autres que l'air (par exemple, l'eau des lacs ou la chaleur géothermique) sont plus efficaces pour les températures et les puissances requises. La chaleur solaire, en revanche, ne peut servir que pour couvrir une partie limitée de la demande de chaleur (généralement moins de 20 %) [4].

3. RESSOURCES DISPONIBLES

La caractérisation et l'évaluation des réseaux thermiques reposent sur des paramètres techniques, écologiques et économiques, qui sont interdépendants à divers égards. Afin de soutenir la mise en œuvre des réseaux thermiques, diverses institutions sont soutenues par l'industrie et le gouvernement fédéral, qui préparent et mettent à disposition des rapports, des documents et des dossiers.

Voici un extrait de diverses sources d'information et d'offres :

- L'**association suisse du chauffage à distance (ASCAD)** est l'association de l'industrie en Suisse. Le but de l'association est de promouvoir les intérêts du chauffage et du refroidissement à distance en Suisse, l'échange d'expériences entre les membres et l'industrie, l'organisation et la réalisation de colloques, conférences, expositions, projets ainsi que le transfert de connaissances techniques sur la planification, la construction et l'exploitation du chauffage et du refroidissement à distance, dans les écoles professionnelles, les écoles supérieures techniques, les cours des associations professionnelles.
Pour la planification stratégique et l'évaluation des besoins des réseaux de chauffage à distance, l'ASCAD fournit le "Guide du chauffage à distance" [5].
Info : www.fernwaerme-schweiz.ch
- **QM chauffage à distance** est une plate-forme créée sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie pour les questions techniques et économiques liées aux réseaux thermiques. Elle offre une aide à la planification, des formations et des formations continues ainsi que des conseils neutres. Les activités de QM CAD sont menées par un consortium d'experts indépendants.
Divers documents et outils sont fournis pour la planification des réseaux thermiques. L'un d'eux est le "Guide de planification Chauffage à distance" [6].
Info : www.qmfernwaerme.ch
- Le **programme Réseaux thermiques** était un projet soutenu par SuisseEnergie qui a collecté et mis à disposition des informations et des expériences de base sur les réseaux thermiques. Le programme s'est achevé fin janvier 2021 et sera poursuivi à l'avenir en tant que tâches par l'Association suisse du chauffage à distance.

Info : <https://www.suisseenergie.ch/page/fr-ch/reseaux-thermiques> et www.hslu.ch/thermische-netze

- **QM Chauffage au bois®** est un système de gestion de la qualité pour les installations de chauffage au bois destinées à la production et à la distribution de la chaleur des locaux, de la chaleur pour l'eau chaude sanitaire et de la chaleur industrielle. QMstandard est la procédure standard pour les grandes chaufferies. Pour les petites installations monovalentes, il existe le QMmini. Ces deux procédures sont recommandées par tous les cantons pour l'assurance qualité et sont obligatoires pour les projets subventionnés dans certains cantons ainsi que par Energie Zukunft Schweiz.
Info : www.qmholzheizwerke.ch
- **SuisseEnergie pour les communes** est un programme de soutien pour les villes, les communes, les régions et les zones et fournit divers documents sur différents sujets. Un aspect important est la stabilité des conditions-cadres à long terme, qui sont définies, par exemple, dans le cadre des plans énergétiques régionaux ou communaux.
Info : <https://www.local-energy.swiss/fr/programme/projektfoerderung.html#/>
- La **SSIGE** est la société suisse de l'industrie du gaz et des eaux. Depuis 2017, la SSIGE fournit la directive pour le chauffage à distance, qui sert à la planification et à la projection, à la construction et aux essais ainsi qu'à l'exploitation et à l'entretien des réseaux de chauffage à distance.
Info : <https://www.svgw.ch/fr>
- Le **programme chauffez renouvelable** est un programme de SuisseEnergie destiné aux propriétaires, installateurs et conseillers. Il comprend des informations sur le chauffage à distance, une vidéo explicative pour les utilisateurs finaux potentiels et un calculateur de coûts de chauffage.
Info : <https://erneuerbarheizen.ch/erneuerbare-heizsysteme/fernwaerme/>

Il existe un large éventail d'offres de différentes sources. Cependant, il est impossible d'avoir une vue d'ensemble et de savoir quels documents sont disponibles et sur quel sujet. Afin de rendre ce précieux travail facilement accessible à tous les participants impliqués dans un projet (planificateurs, opérateurs, autorités, etc.), un nouveau point d'information va être créé à l'Association suisse du chauffage à distance avec le soutien de l'équipe du projet RES-DHC.

4. LE CHAUFFAGE À DISTANCE EN SUISSE

4.1. Situation actuelle

La fourniture de chaleur entraîne une consommation d'énergie d'environ 100 TWh par an en Suisse et est donc responsable d'environ la moitié de la consommation d'énergie finale. Un peu moins de 60 % de cette production, soit 60 TWh/a, est actuellement assurée par des combustibles fossiles [7]. Comme les énergies fossiles doivent cesser d'être utilisées d'ici 2050 afin d'atteindre les objectifs climatiques, le gouvernement fédéral se concentre sur des mesures d'efficacité et un développement massif des énergies renouvelables dans sa stratégie énergétique [8], [9]. Malgré les mesures d'efficacité, la demande de chaleur en 2050 s'élèvera encore à environ 74 TWh, à savoir environ 45 TWh pour le chauffage des

locaux, 10,5 TWh pour l'eau chaude et 18,5 TWh pour la chaleur industrielle (selon le scénario de base [9]zéro émission nette). Pour remplacer la chaleur fossile, il est prévu d'étendre les réseaux thermiques alimentés en chaleur résiduelle et en énergies renouvelables, qui distribuent la chaleur ou le froid à différents niveaux de température [10].

Réseaux thermiques en milieu urbain : Pratiquement toutes les grandes villes de Suisse disposent d'un ou plusieurs réseaux thermiques en service depuis des décennies. Au départ, ces grands réseaux urbains étaient principalement alimentés par la chaleur résiduelle des usines d'incinération des déchets (UVTD) ; plus tard, on y a ajouté des installations de chauffage au bois et des pompes à chaleur, alimentées principalement par l'eau ou la chaleur résiduelle. La part neutre en CO₂ de la production de chaleur dans ces réseaux s'échelonne de 60 % à Lausanne et Zurich à environ 80 % à Bâle ou Berne [11]. Les combustibles fossiles sont souvent utilisés pour couvrir les charges de pointe et servent parfois aussi de réserve de sécurité, ce qu'on appelle aussi la redondance.

Réseaux thermiques dans les zones rurales : de nombreuses municipalités des zones rurales ainsi que des agglomérations disposent de ressources en biomasse sous forme de bois énergie et de biomasse fermentescible provenant de stations d'épuration des eaux usées (STEP) et exploitent leurs propres réseaux de chauffage avec cette biomasse. Traditionnellement, de nombreuses installations de chauffage ont été dimensionnées de telle manière que la biomasse génère environ 80 % de la chaleur, tandis que les charges de pointe et, dans certains cas, la demande estivale soient couvertes par les combustibles fossiles. Cependant, afin d'alimenter à l'avenir les réseaux thermiques avec une énergie 100 % renouvelable, des solutions sans chauffage fossile supplémentaire ont été développées depuis plusieurs années. On utilise, entre autres, des systèmes de stockage de la chaleur et des systèmes à plusieurs chaudières, ainsi que des concepts combinant chaudières à bois et pompes à chaleur.

Comme la Suisse n'exploite pas de centrales thermiques à combustibles fossiles, à l'exception des centrales industrielles, les réseaux thermiques sont moins répandus que dans les pays d'Europe de l'Est et en Scandinavie [2] Cependant, en particulier dans les zones urbaines, des réseaux thermiques fonctionnant bien sont utilisés depuis plusieurs décennies. Ils sont réalisés en combinaison avec les UVTD et de plus en plus aussi avec des systèmes à bois ou des pompes à chaleur. Aujourd'hui, la Suisse compte environ 1 000 réseaux thermiques, qui fournissent entre 6 TWh et 8 TWh de chaleur par an selon les différentes sources et couvrent ainsi environ 6 % à 8 % de la demande de chaleur ([9], [10],[10][12]). Environ 36 % des réseaux thermiques sont alimentés par la chaleur résiduelle des déchets urbains, 27 % par des sources d'énergie renouvelables (à partir de la biomasse ou au moyen de pompes à chaleur), 19 % par la chaleur résiduelle des centrales nucléaires, d'autres sources de chaleur résiduelle et d'autres sources d'énergie renouvelables, 17 % par le gaz naturel et 2 % par l'énergie géothermique (**Figure 2** année 2019). Avec un prix moyen de la chaleur de 15 cents/kWh [13]la chaleur vendue correspond à un chiffre d'affaires d'environ 1,2 milliard de francs suisses par an.

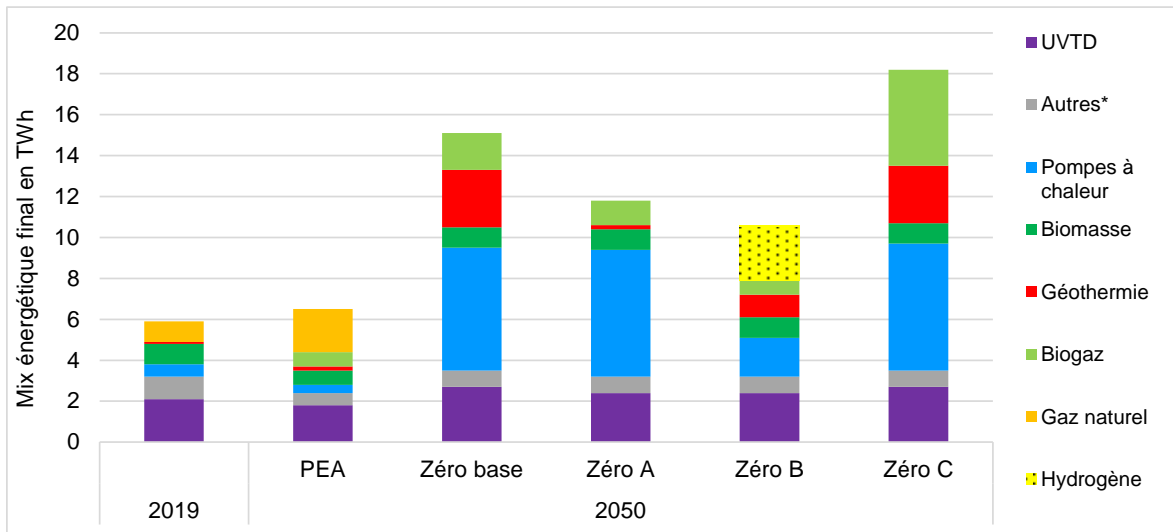


Figure 2 Mix énergétique final dans les réseaux thermiques en 2019 et en 2050 (y compris la chaleur industrielle pour la séquestration du CO₂) pour le scénario "Poursuite de la politique énergétique actuelle" (PEA) et les quatre scénarios Zéro base, Zéro A, Zéro B et Zéro C selon [9]. * Autres : chaleur résiduelle des centrales nucléaires, autres sources de chaleur résiduelle et autres énergies renouvelables.

Afin d'analyser la situation actuelle, environ 1 000 réseaux ont été enregistrés dans le cadre du programme "Réseaux thermiques" de SuisseEnergie ([lien](#), [14]). Avec une puissance connectée moyenne de plus de 50 MW, les 30 réseaux alimentés par des UVTD couvrent les besoins de grandes zones urbaines, tandis que les réseaux à bois, avec environ 600 centrales, ont une puissance moyenne d'environ 1,5 MW. La plupart des réseaux alimentent une zone avec une puissance raccordée de 100 kW à 5 MW. En outre, l'analyse décrit également sept exemples de réseaux thermiques avec des températures d'opération inférieures à 40 °C ([téléchargement](#), [15]).

Une analyse au niveau cantonal est également intéressante (**Figure 3**). Cependant, les données relatives à la puissance de chauffage totale installée par canton manquent pour évaluer la pénétration locale des solutions de chauffage à distance.

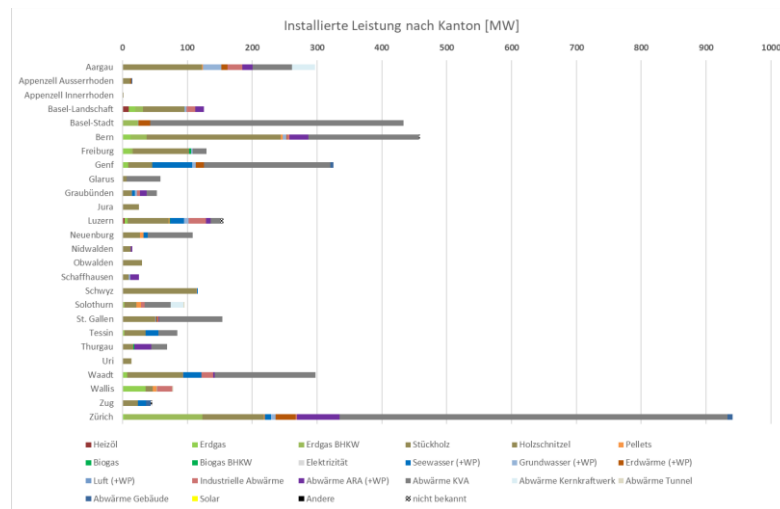


Figure 3 Capacité de chauffage urbain installée par canton et par source d'énergie. Evaluation de la liste des réseaux thermiques. Source : HSLU

4.2. Potentiel jusqu'en 2050

La **Figure 2** montre le potentiel des réseaux thermiques en 2050 dans différents scénarios selon [9]. Comme décrit ci-dessous, le scénario "poursuite de la politique énergétique actuelle" (PEA) et divers scénarios "zéro émission nette" (zéro) sont définis :

- Dans le scénario **PEA**, toutes les mesures et tous les instruments de la politique énergétique et climatique en vigueur jusqu'à la fin de 2018 s'appliquent. La loi sur le CO₂ entièrement révisée et les nouveaux instruments issus de la prochaine révision de la loi sur l'approvisionnement en électricité et de la loi sur l'énergie ne sont pas pris en compte.
- Dans la variante de base du scénario zéro (**base Zéro**), l'efficacité énergétique est rapidement et globalement accrue, le système énergétique est fortement électrifié et les énergies renouvelables sont largement développées. La production d'électricité à partir d'énergies renouvelables domestiques est développée afin que la Suisse puisse couvrir sa consommation d'électricité (bilan annuel) par la production d'électricité domestique d'ici 2050.
- Par rapport à la variante de base, la variante **Zéro A** se caractérise par une électrification plus importante.
- Variante **Zéro B** : une électrification plus faible, mais qui met davantage l'accent sur le biogaz, les gaz synthétiques et l'hydrogène.
- La variante **Zéro C** présente une électrification plus faible, tandis que les réseaux de chaleur et les carburants liquides biogènes et synthétiques jouent un rôle plus important.

Avec une demande énergétique finale de chaleur dans les bâtiments pour le chauffage des locaux, l'eau chaude et la chaleur industrielle de 74 TWh/a prévue pour 2050 [9], les potentiels pour les réseaux thermiques sont de 10 TWh/a (Zéro B) et 18 TWh/a (Zéro C), couvrant

environ 14 % à 24 % (**Figure 4**). Le Livre blanc du chauffage à distance [16][15] prévoit déjà un potentiel économique pour les réseaux thermiques de 17 TWh/a pour 2050 en 2014, ce qui se situe donc entre les prévisions des scénarios "base zéro" et "zéro C" pour 2020.

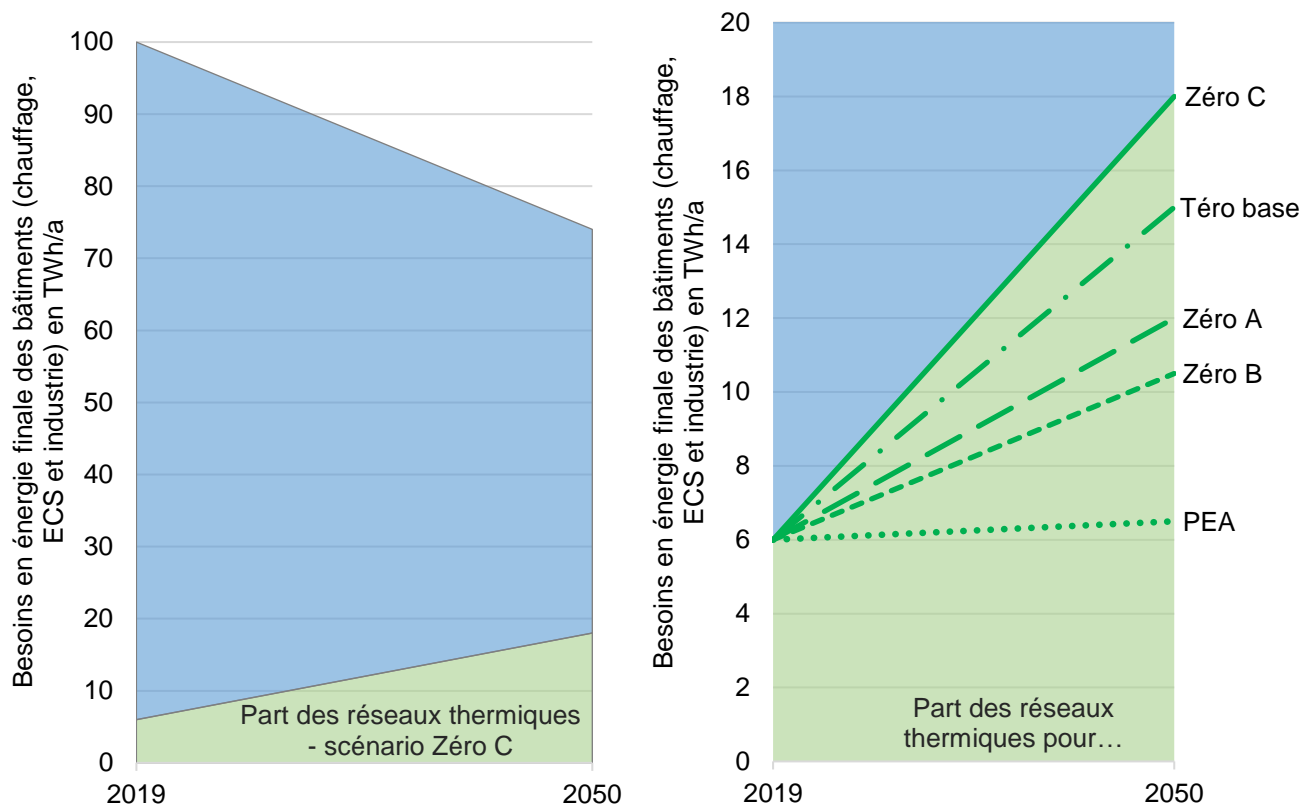


Figure 4 Gauche : Part des réseaux thermiques dans la consommation finale d'énergie des bâtiments pour le chauffage des locaux, l'eau chaude et la chaleur industrielle de 2019 à 2050 pour le scénario Zéro C. A droite : détail de la figure de gauche à 20 TWh/a avec la part des réseaux thermiques de 2019 à 2050 selon les scénarios PEA, Zéro Base, Zéro A, Zéro B et Zéro C. Graphique propre basé sur les données de [9].

La densification urbaine croissante et l'augmentation future de la demande de refroidissement augmentent encore le potentiel des réseaux thermiques. Une étude de l'Université de Genève a analysé l'influence de la demande réduite de chaleur sur le potentiel des réseaux de chauffage urbain en Suisse [26]. Les résultats montrent que (1) la question doit être prise en compte dans la planification des réseaux, (2) le potentiel des réseaux à haute température diminue en faveur des réseaux à basse température et (3) le potentiel est beaucoup plus élevé que ce qui est fourni aujourd'hui, malgré la diminution des besoins individuels. Le chauffage à distance permet également des mesures efficaces pour réduire les émissions de combustion.

Avec le scénario zéro base, les émissions de gaz à effet de serre provenant du chauffage et du refroidissement peuvent être réduites d'environ 46 millions de tonnes équivalent CO₂ en 2018 à environ 12 millions de tonnes en 2050. Les autres émissions se produisent principalement dans les domaines de l'agriculture, des processus industriels et des déchets

urbains solides et doivent être compensées par la séquestration du CO₂ et les technologies à émissions négatives [9].

5. LES ACTEURS DU MARCHÉ

Les acteurs pertinents des réseaux thermiques sont le promoteur (maître d'ouvrage), la municipalité, le canton, les sociétés d'exploitation (par exemple, l'entrepreneur), les clients finaux, les fournisseurs de combustibles et d'énergie, les consultants pour les clients et les participants indirects (résidents et propriétaires, organisations de locataires, associations et associations commerciales). Les participants au projet sont décrits en détail dans les rapports "Risques dans les réseaux thermiques" [18] et "Aspects socio-économiques des réseaux thermiques" [19].

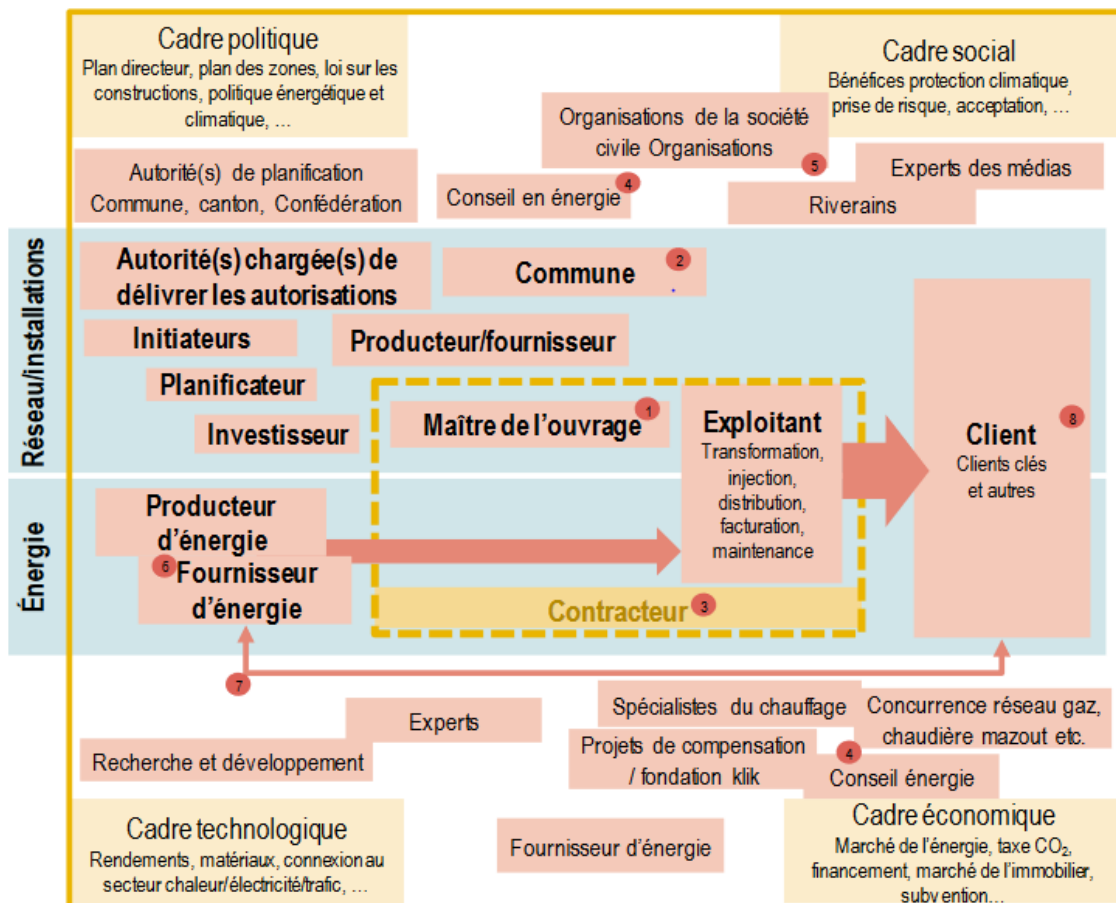


Figure 5 Aperçu des acteurs possibles d'un réseau thermique [19].

Sur les plus de 1 000 réseaux de chauffage en Suisse [14] estime que 40 % sont exploités par un contracteur. Les contracteurs sont souvent une division ou une filiale d'une entreprise de fourniture d'énergie. Un contracteur agit généralement en tant que constructeur, développeur de projet (souvent avec le soutien d'un planificateur), investisseur et opérateur. Les autres réseaux thermiques sont en grande partie entre les mains d'opérateurs locaux tels que les municipalités, les services publics municipaux ou des investisseurs privés

comme les scieries. Dans ce groupe, il est souvent fait appel à des partenaires extérieurs pour le développement de projets et, dans certains cas, pour l'exploitation.

Les réseaux de chauffage au bois sont souvent initiés par des communautés de résidents ou de citoyens qui possèdent eux-mêmes des forêts et visent également à créer une valeur locale grâce à l'utilisation du bois. Les exploitants d'usines d'incinération des déchets et de stations d'épuration des eaux usées ainsi que les entreprises industrielles jouent un rôle important dans l'utilisation des sources de chaleur résiduelle sur site. La maintenance d'un réseau thermique n'étant pas une tâche essentielle pour ces acteurs, l'approvisionnement en chaleur est généralement coordonné par un contracteur. Les municipalités locales sont souvent en charge de la planification énergétique locale et jouent un rôle décisif dans l'initiation et le développement des projets. En outre, les cantons et les communes sont responsables des concessions et, dans certains cas, sont eux-mêmes des consommateurs de chaleur importants et participent dans une certaine mesure aux investissements et à l'exploitation.

La liste actuelle des réseaux thermiques montre, en **Figure 6**, comment ces types d'entreprises sont répartis. Il convient de noter que cette liste n'est pas exhaustive et que les résultats doivent être considérés de manière critique.

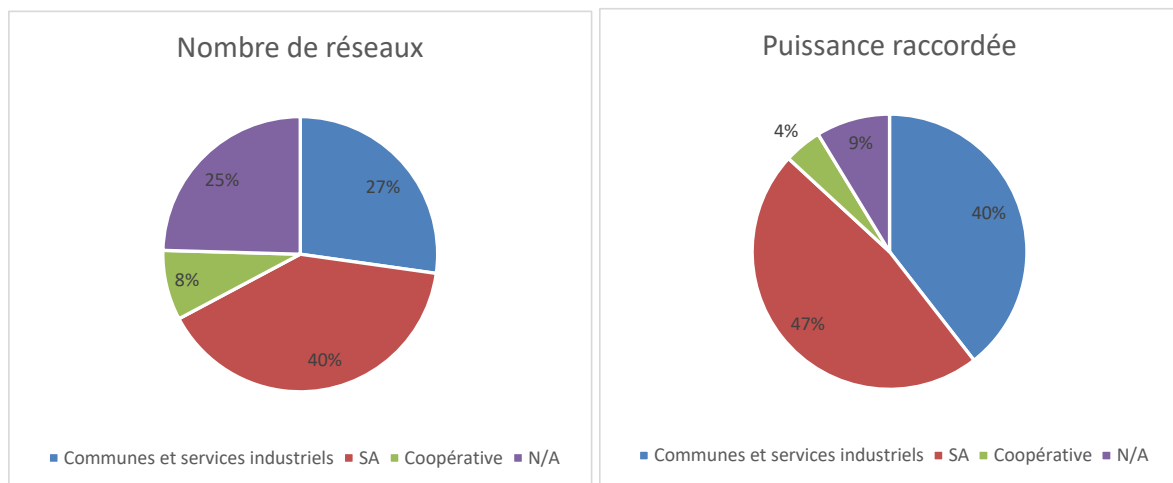


Figure 6 Répartition des différents types de fonctionnement des exploitants de réseaux de chaleur selon les données de [14].

L'influence de ces formes d'entreprise sur les décisions financières et les modèles d'entreprise reste à analyser.

En combinant le consommateur et le fournisseur de chaleur, les **concepts** dits "**prosommateurs**" avec distribution bidirectionnelle de l'énergie permettent aux clients de la chaleur de participer activement et donc de devenir temporairement aussi des producteurs de chaleur. Le concept est encore en phase de développement. Toutefois, les premiers essais semblent prometteurs, même si des obstacles techniques et réglementaires doivent encore être surmontés.

6. PLANIFICATION ÉNERGÉTIQUE

Selon les cantons, la responsabilité principale de l'aménagement du territoire en matière d'énergie incombe au canton ou, plus souvent, aux différentes communes. La planification énergétique est d'une grande importance pour l'expansion des réseaux thermiques. Il est important que les énergies renouvelables et la chaleur résiduelle soient utilisées de manière à se compléter de manière optimale. Grâce à une interaction appropriée des différentes sources de chaleur, la concurrence mutuelle peut être évitée et la part des énergies fossiles et de leurs émissions de CO₂ peut être rapidement réduite. Une attention particulière doit être accordée à la distinction entre les sources de chaleur sur site (par exemple, la chaleur résiduelle et l'eau du lac) et les sources de chaleur qui ne sont pas liées au site. Les sources de chaleur non liées à un site, comme le bois en particulier, doivent être utilisées en priorité pour les applications pour lesquelles il n'existe pas d'alternative.

Comme des conflits d'intérêts concernant l'utilisation des sources de chaleur sont parfois possibles au niveau communal, il peut être avantageux pour le canton de coordonner la planification énergétique à un niveau supérieur, par exemple en définissant des zones pour l'utilisation de sources de chaleur spécifiques aux sites. La Constitution fédérale, la loi fédérale sur l'aménagement du territoire, la loi sur l'énergie et les directives de politique énergétique de la Conférence des directeurs de l'énergie (EnDK) visent toutes deux une utilisation optimale des énergies renouvelables. Cependant, comme l'aménagement du territoire en matière d'énergie n'a jusqu'à présent été inclus que dans un module volontaire du modèle de réglementation énergétique des cantons (MoPEC), certaines des lois cantonales sur l'énergie manquent d'exigences correspondantes.

7. EFFICACITÉ ÉCONOMIQUE ET PROMOTION

7.1. Rentabilité

Le rapport "Bénéfices macro-économiques des réseaux thermiques" [20] montre les avantages des réseaux thermiques par rapport aux solutions individuelles d'un point de vue économique et écologique. L'étude de l'Initiative Chaleur Suisse [21] montre également que la décarbonation de l'ensemble du marché du chauffage entraîne une augmentation de la création de valeur en termes macroéconomiques. Le secteur domestique de la construction et du bâtiment en bénéficierait sensiblement, avec 4000 équivalents temps plein supplémentaires. D'autre part, les coûts sont modestes : 2,2 milliards de francs, ce qui correspond à une augmentation des coûts énergétiques de 0,3 % du revenu disponible des ménages.

Une étude de l'Empa, de l'EPFZ et de la HSLU conclut qu'un approvisionnement par réseaux thermiques est judicieux d'un point de vue énergétique et économique pour 50 à 80 % des quartiers urbains et jusqu'à 50 % des quartiers dans les agglomérations plus denses ou industrialisées. Les coûts d'investissement de ces solutions par quartier sont de 20 à 25 % inférieurs à ceux des solutions individuelles pour les bâtiments [17].

Les investissements annualisés nécessaires pour la transformation du système énergétique afin d'atteindre l'objectif "zéro émission" d'ici 2050 sont supérieurs de 109 milliards de

francs suisses aux investissements du scénario "zéro base", soit environ 8 % d'augmentation par rapport aux "coûts inévitables" dans le scénario PEA. Les coûts de fonctionnement supplémentaires s'élèvent à environ 14 milliards de francs suisses. Le total des coûts énergétiques économisés par rapport au scénario EPA s'élève à près de 50 milliards de francs suisses. Il en résulte des coûts économiques directs supplémentaires de 73 milliards de francs suisses d'ici 2050 [9].

Dans la pratique, cependant, les investissements ne sont pas considérés de manière globale et, de nos jours, les aspects écologiques ou la création de valeur locale n'ont souvent que peu d'influence sur les décisions d'investissement. Pour l'utilisateur final également, il est très souvent difficile de comparer les prix du chauffage à distance avec les coûts complets du chauffage individuel : souvent, seuls les coûts du combustible sont pris en compte. Par ailleurs, les réseaux thermiques nécessitent des coûts d'investissement élevés et de longues périodes d'investissement. C'est pourquoi une planification à long terme et des conditions cadres juridiques stables sont encore plus importantes. En outre, l'utilisation de ressources renouvelables locales (en partie propres) réduit le risque d'augmentation des prix due au coût du carburant.

La norme SIA actuelle (SIA 480 [22]) doit être appliquée pour l'analyse de rentabilité.

Dans le cas des combustibles fossiles, il convient de noter qu'aujourd'hui déjà et à l'avenir, il y aura un nombre croissant d'exigences concernant la part des sources d'énergie renouvelables pour le chauffage des locaux et de l'eau chaude dans les rénovations et les nouveaux bâtiments.

7.2. Subventions

Le financement des subventions provient de la taxe sur le CO₂, qui est distribuée sous forme de contributions globales au Programme Bâtiment des cantons. Dans le cadre du Programme Bâtiments, les cantons peuvent promouvoir à la fois la construction et l'extension des réseaux thermiques et verser des contributions aux propriétaires de bâtiments pour le raccordement à un réseau thermique. La condition préalable à l'octroi de subventions est l'utilisation d'énergies essentiellement renouvelables ou de chaleur résiduelle.

Les projets de réduction des émissions de CO₂ peuvent également être enregistrés auprès de la Confédération (Office fédéral de l'environnement et Office fédéral de l'énergie) en tant que projets de compensation au sens de l'article 5 de l'ordonnance sur le CO₂ ([RS 641.711](#)) dans le cadre de la législation sur le CO₂. Dans ce cas, une délimitation des effets est faite par rapport aux programmes cantonaux de soutien. Les fonds proviennent des sommes destinées à l'exécution de l'obligation de compensation du CO₂ sur les importations de combustibles ([RS 641.71](#)).

Dans le cadre de ses délibérations sur la révision totale de la loi sur le CO₂, le Conseil des Etats a introduit la création d'un fonds pour le climat en 2019. Cela fait partie de la loi sur le CO₂ adoptée par le Parlement en septembre 2020. Une partie de cet argent doit servir à financer la couverture des risques pour les investissements dans la nouvelle construction et l'extension des réseaux thermiques et les installations associées pour la production de chaleur à partir d'énergies renouvelables ou de chaleur résiduelle. Pour la promotion des

réseaux thermiques, il est important de disposer de conditions cadres stables à long terme, qui sont définies, par exemple, dans les plans énergétiques régionaux ou municipaux ([24]Module 2). En plus des mesures prises dans la loi sur le CO₂, un soutien important aux investissements et à l'expansion des réseaux thermiques devrait inclure des prêts (taux d'intérêt préférentiels ou garanties sans intérêt), des contributions de fonds locaux (par exemple, des éco-fonds provenant des taxes sur l'électricité ou le gaz), et la possibilité d'une exonération limitée dans le temps pour les entreprises, à condition que la planification énergétique prévoie une solution concrète à moyen terme qui réponde aux objectifs de la loi sur le CO₂.

Le modèle de subvention harmonisé 2015 [25]prévoit deux mesures concernant le chauffage à distance.

- M-07 fournit une aide au propriétaire de l'immeuble s'il se connecte à un réseau de chauffage à distance et remplace un système de chauffage à combustible fossile. Une condition possible est une part minimale de chaleur renouvelable et/ou résiduelle. 7 cantons fixent une limite entre 70 et 80 % (Jura). 9 cantons ont fixé la limite à 50 %. Quatre cantons ne fixent aucune limite ou une limite de 20 %. Dans le canton d'Obwald, la subvention ne s'applique qu'aux réseaux de chauffage biomasse.
- M-18 prévoit une subvention pour l'exploitant du réseau de chaleur pour la construction ou l'extension des réseaux de chauffage à distance. Douze cantons offrent ce soutien, le canton de Berne uniquement pour les réseaux de chauffage biomasse. Seule la moitié d'entre eux ont une condition minimale pour la part d'énergie renouvelable.

En outre, les études de faisabilité pour le chauffage urbain sont subventionnées dans huit cantons à hauteur de 60 % des coûts de l'étude.

8. LOIS ET RÈGLEMENTS

Niveau fédéral

La loi sur l'énergie ne mentionne le chauffage à distance que dans le cadre de la promotion de la récupération de la chaleur résiduelle (art. 50). Elle n'est pas mentionnée dans l'ordonnance correspondante. Seule l'ordonnance de 1992 sur les mesures pour l'utilisation rationnelle de l'énergie et l'utilisation des énergies renouvelables énumère le raccordement à un réseau de chauffage à distance comme l'une des mesures pour l'utilisation rationnelle de l'énergie et l'utilisation des énergies renouvelables. Contrairement au secteur de l'électricité, le secteur du chauffage est peu réglementé au niveau fédéral.

Comme mentionné au chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**d'énergies fossiles doit être réduite à zéro d'ici 2050 afin d'atteindre les objectifs climatiques. Dans sa "stratégie chaleur", le gouvernement fédéral se concentre donc sur l'augmentation de l'efficacité et l'extension des réseaux thermiques [8].

Niveau cantonal

Au niveau cantonal, les lois ont un impact sur :

- Planification énergétique municipale, zones prioritaires ou zones interconnectées présentant la plus grande part possible de chaleur résiduelle et d'énergie renouvelable.
- Les conditions de toute obligation de raccordement

Opérateur du réseau de chauffage à distance et municipalité

Les droits et obligations des gestionnaires de réseaux de chauffage à distance ont été documentés dans un rapport détaillé [23] et résumés dans un module de documentation sur l'aménagement du territoire de Cité de l'énergie [24]. En principe, les cantons, les communes et les fournisseurs de services énergétiques devraient fixer les règles relatives au réseau de chauffage à distance dans des accords de coopération ou de concession ou, dans le cas des fournisseurs de services énergétiques publics (SI), par le biais de contrats de performance. Ces règles peuvent également inclure une part minimale d'énergie renouvelable.

Pour les clients finaux

Une limite des émissions de CO₂ s'appliquera aux vieux bâtiments à partir de 2023 si un système de chauffage doit être remplacé. Un maximum de 20 kilogrammes de CO₂ par mètre carré de surface de référence énergétique et par an sera autorisé à être émis. Cette valeur sera resserrée par étapes de cinq ans, ce qui augmentera la pression sur le consommateur final. Le chauffage à distance peut offrir une solution simple pour passer aux énergies renouvelables.

9. ASPECTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

Les résultats du rapport "*Aspects socio-économiques des réseaux thermiques*" [19] aident les différents acteurs à planifier, mettre en œuvre et exploiter les réseaux thermiques. L'accent est mis sur les éléments suivants :

- Identification et structuration des acteurs centraux : Comment identifier et classer les principaux acteurs de la planification, de la mise en œuvre et de l'exploitation des réseaux thermiques ?
- Motivations et champ d'action des acteurs centraux : Quel rôle les motivations et les champs d'action des acteurs centraux jouent-ils dans les décisions importantes concernant la planification, la mise en œuvre et l'exploitation des réseaux thermiques ?
- Modèles de décision des parties prenantes centrales : Quels sont les schémas décisionnels communs des principales parties prenantes ?

Ces éléments de base contribuent à une meilleure compréhension des mentalités des principales parties prenantes. Ils favorisent un changement de perspective grâce auquel les décisions des différentes parties prenantes peuvent être classées et mieux comprises. C'est une base importante pour une action réussie dans la planification, la mise en œuvre et l'exploitation des réseaux thermiques.

A partir de ces éléments de base, deux axes principaux pour une action réussie dans la planification, la mise en œuvre et l'exploitation des réseaux thermiques peuvent être déduits d'un point de vue socio-économique (voir **Figure 7**) :

- a) Organiser les échanges avec les parties prenantes, c'est-à-dire en particulier choisir consciemment le niveau d'interaction avec les parties prenantes et utiliser les avantages des approches participatives.
- b) Créer des modèles de prise de décision.

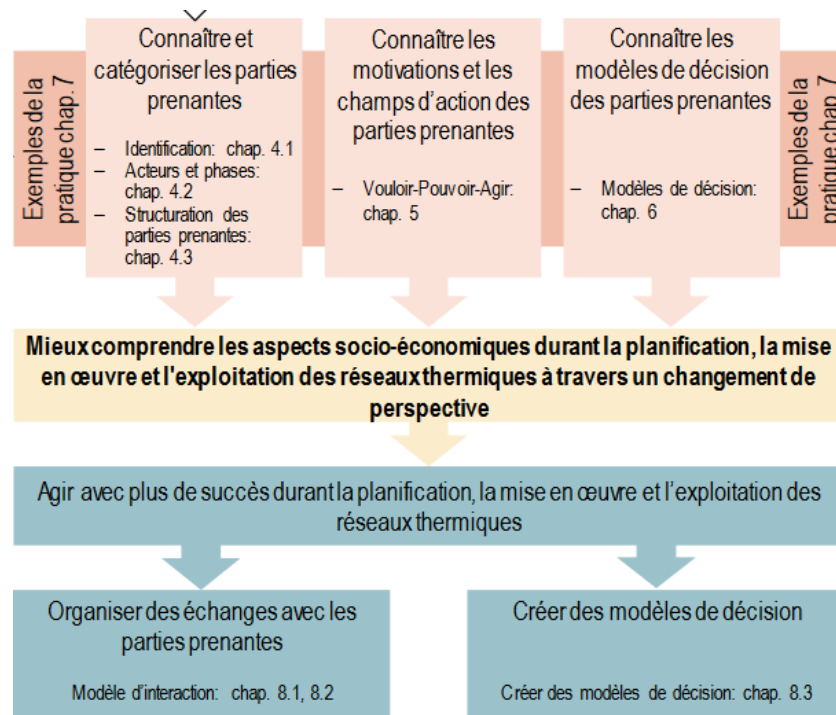


Figure 7 Vue d'ensemble du contenu du rapport **Aspects socio-économiques des réseaux thermiques** [19].

Le rapport fait des recommandations concrètes pour la conception des situations de prise de décision.

Un ensemble d'arguments sur cette question (RES-DHC) pourrait être développé pour soutenir les acteurs dans le cadre des situations décisionnelles identifiées dans ce rapport.

10. BARRIÈRES ET OPPORTUNITÉS

Une enquête menée auprès des municipalités allemandes montre que la mise en œuvre de la transition énergétique dans le secteur de la chaleur est principalement entravée par les conditions-cadres juridiques, le manque de personnel et les ressources financières limitées [29]. Les barrières spécifiques sont les processus d'approbation complexes pour les nouvelles installations de production et les exigences élevées en matière de subventions. D'autres obstacles sont les positions peu claires des responsables de la protection du climat, le peu d'expertise dans les métiers, les processus complexes de coordination entre la politique, l'administration et la recherche, et le coût élevé de la rénovation des bâtiments existants.

Pour autant que l'on sache, aucune étude approfondie des barrières n'a été réalisée en Suisse. Une enquête similaire au niveau municipal est à prévoir en Suisse. Outre les municipalités, il existe cependant plusieurs autres opérateurs de réseaux thermiques qui font face à des barrières et défis spécifiques.

L'initiative "Initiative Chaleur Suisse" lancée par l'AEE Suisse montre dans son rapport 2020 [10] un secteur du chauffage entièrement décarboné est possible en Suisse. Toutefois, pour y parvenir, il faut utiliser tout le potentiel des sources d'énergie renouvelables et créer les conditions cadres adéquates pour l'expansion de la chaleur renouvelable. Les recommandations de ce rapport sont importantes et conformes aux objectifs du projet RES-DHC. Les recommandations spécifiques sur les réseaux thermiques sont brièvement résumées ici :

Sur le plan politique :

- Au niveau fédéral : Promotion de la **chaleur environnementale par le biais de pompes à chaleur à grande échelle, de la géothermie à moyenne profondeur et du stockage.**
- **Promotion des réseaux thermiques au niveau cantonal** : fonds de roulement, prêts sans intérêt ou garanties d'investissement ou de risque pour les réseaux thermiques sont des instruments subsidiaires aux concessions avec accords d'objectifs.
- Harmonisation des réglementations entre les cantons.
- Simplification des procédures pour l'utilisation des énergies renouvelables (par exemple dans le cadre de la procédure de permis de construire, de la protection contre le bruit et de la protection des eaux).
- Planification énergétique municipale et concessions avec accords d'objectifs, prise en charge de la coordination obligatoire.
- Stratégie de propriété des entreprises d'approvisionnement en énergie : les cantons et les communes qui détiennent des participations importantes dans des entreprises d'approvisionnement en énergie devraient inclure la décarbonation d'ici 2050 et l'intégration des énergies renouvelables dans l'approvisionnement (achats, réseaux) dans la stratégie de leurs entreprises d'approvisionnement en énergie ou œuvrer dans ce sens.
- Accroître les efforts d'information et de communication pour ancrer la vision à long terme chez les propriétaires.
- **Création et extension des réseaux thermiques** au niveau communal, y compris des solutions transitoires pour les propriétaires : en raison des temps de planification longs des grands projets de réseaux, leur développement doit être soutenu de manière ciblée (en termes de planification et avec des instruments économiques tels que les garanties de risque, les préinvestissements, les participations). Afin de permettre des taux de raccordement élevés, les propriétaires d'immeubles dans le périmètre devraient se voir proposer des solutions transitoires à court terme.

Pour les acteurs du marché du chauffage

- Décarbonation de l'approvisionnement, tant dans le domaine des combustibles (approvisionnement en gaz) et des sources d'énergie thermique (production de chauffage local et urbain) que dans l'approvisionnement en électricité.
- Développement de nouveaux domaines d'activité pour l'investissement dans les réseaux thermiques et l'exploitation du potentiel d'énergie renouvelable, offres de contracting, éventuellement même en coopération avec de grandes entreprises de fourniture d'énergie.

- Offrir des solutions transitoires, par exemple pour combler les périodes d'approbation ou le délai avant que les sources d'énergie liées au réseau ne soient disponibles.
- Mesure d'information et de sensibilisation destinée aux installateurs ou aux techniciens du bâtiment, ainsi qu'aux administrateurs de biens immobiliers, aux fiduciaires, aux gestionnaires d'installations techniques et aux banques

Le **Tableau 1** résume les obstacles au développement du marché du chauffage urbain renouvelable identifiés dans cette analyse. Les leviers et actions possibles, y compris ceux de l'initiative « Initiative Chaleur Suisse », sont synthétisés et traduits en mesures concrètes. Ces mesures concrètes constituent une liste de souhaits, une sélection sera mise en œuvre dans le cadre du projet RES-DHC. Le tableau a été complété en collaboration avec un groupe de représentants des acteurs du marché.

Catégorie	Obstacles	Leviers	Mesures concrètes
Aspects techniques	<ul style="list-style-type: none"> - Températures de fonctionnement élevées - Pour les nouveaux réseaux : des solutions 100 % renouvelables encore inconnues de tous les acteurs, notamment des planificateurs - De longs délais de mise en œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> - Activités d'éducation et d'information pour les opérateurs et les planificateurs de CAD sur les solutions techniques, par exemple les solutions de stockage, la réduction de la température de départ, la gestion de la charge côté client - Projets pilotes pour l'énergie géothermique à moyenne profondeur - Fourniture de solutions provisoires 	Activités de formation internationales et nationales et échange d'expériences : cours.
			Études de faisabilité pour atteindre l'objectif d'un chauffage à distance 100 % neutre en CO ₂ et diffusion des résultats
			Développement d'un outil de décision basé sur les critères de Erreur ! Source du renvoi introuvable. et les objectifs 100 % renouvelables.
			Fiche d'information pour les autorités locales et les opérateurs CAD sur les solutions provisoires.
Aspects économiques	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts d'investissement élevés, difficultés de financement 	<ul style="list-style-type: none"> - Activités de formation et d'information pour les municipalités, les opérateurs CAD et les planificateurs 	Études de faisabilité de réseaux de chaleur sélectionnés, représentatifs du marché et dont les résultats s'appliquent de manière aussi universelle que possible.

	<ul style="list-style-type: none"> - Modèle d'affaire inexistant ou médiocre avec bilan et compte de résultat budgétisés (condition de base pour un financement extérieur) - Efficacité économique, notamment des solutions 100 % renouvelables 	<ul style="list-style-type: none"> - Exonérer les pompes à chaleur à grande échelle, en tout ou en partie, de la taxe RPC ou des redevances de réseau. - Promotion du stockage à long terme - Instruments de financement ou de soutien des communes et des cantons - de nouveaux modèles d'affaire pour l'investissement dans les réseaux thermiques et le développement des potentiels d'énergie renouvelable 	<p>Création d'un guide sur les options de financement et les modèles commerciaux alternatifs, y compris les modèles de prosummateurs.</p> <hr/> <p>Explication simple (par ex. vidéo) du coût global</p>
<p>Aspects juridiques et promotion</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune incitation à augmenter la part des énergies renouvelables - Manque de planification à long terme - Réglementations différentes entre les cantons - Manque de ressources dans les municipalités - Procédures complexes 	<ul style="list-style-type: none"> - Planification énergétique municipale et concessions avec accords d'objectifs, prise en charge de la coordination obligatoire - Simplification des procédures pour l'utilisation des énergies renouvelables - Harmonisation des réglementations entre les cantons, augmentation de la part légale des énergies renouvelables 	<p>Analyse des raisons de la part minimale légale des énergies renouvelables dans les cantons et de son influence sur les réseaux de chaleur locaux.</p> <hr/> <p>Fiches d'information et atelier sur les exemples de bonnes pratiques en matière de planification énergétique municipale / cantonale ou de contrats de concession entre les municipalités et les fournisseurs de services énergétiques ou d'autres aides aux municipalités et aux associations locales dans le processus,</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - Réduction des redevances de concession pour l'utilisation de la chaleur des lacs et des eaux souterraines - Dérogation en cas de raccordement planifié au CAD <p>Promotion des études de faisabilité uniquement si au moins une solution 100 % neutre en CO₂ est calculée ; l'accès aux études de faisabilité 100 % ENR doit être facilité pour les municipalités ou les associations.</p>	<p>comme un point d'information, des événements d'information, etc. Ce point devrait également traiter de la concurrence avec les réseaux de gaz existants.</p> <p>Prise de position sur les mesures politiques possibles.</p>
Aspects socio-économiques	<ul style="list-style-type: none"> - Manque d'information pour les clients finaux : une solution inconnue - Problèmes d'acceptation pour les emplacements des centrales thermiques ou des conduites 	<ul style="list-style-type: none"> - Diffuser une bonne image du chauffage à distance comme étant 100 % neutre en CO₂ et local - Mesures d'information et de sensibilisation des décideurs et de leurs conseillers directs - Stratégie de propriété des entreprises d'approvisionnement en énergie : cantons et communes 	<p>Campagne de marketing, image « CAD 100 % neutre en CO₂ » avec vidéo, ou brochure, faisant appel aux arguments en faveur de la cause</p> <p>Exemples de bonnes pratiques en matière de participation des citoyens</p>
Généralités			<p>Toutes les ressources disponibles doivent être facilement accessibles et organisées de manière centralisée. Le développement d'une plate-forme centrale de</p>

		<p>Accroître l'échange d'informations au sein du secteur, mais aussi avec toutes les parties prenantes identifiées</p> <p>Pas d'analyse détaillée des obstacles</p>	<p>formation / d'échange / de ressources est recommandé.</p> <hr/> <p>Création d'un groupe de travail</p> <p>Pour le projet, nous avons identifié et invité les parties prenantes suivantes à participer au groupe de suivi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chauffage à distance Suisse • Union des villes suisses • Swisspower SA • Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie • Office fédéral de l'énergie • Haute école de Lucerne • Initiative chaleur Suisse /AEE <p>En outre, il existe une association pour chaque source d'énergie renouvelable ou sans CO₂ : Swissolar, Infrawatt (eaux usées, déchets, chaleur résiduelle et eau potable), Energie-bois Suisse, Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP.</p> <hr/> <p>Approfondir l'analyse des obstacles, par exemple en interrogeant les décideurs.</p>
--	--	---	---



Tableau 1: Résumé des barrières et des leviers au développement du marché et propositions correspondantes pour la mise en œuvre de mesures concrètes.

11. EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

11.1. Bâle

Le 1er octobre 2017, la révision de la loi cantonale sur l'énergie est entrée en vigueur à Bâle. Elle exige que le chauffage à distance soit à 80 % exempt de CO₂ d'ici 2020. Industriellen Werke Basel (IWB) a déjà mis en œuvre beaucoup de choses pour atteindre cet objectif :



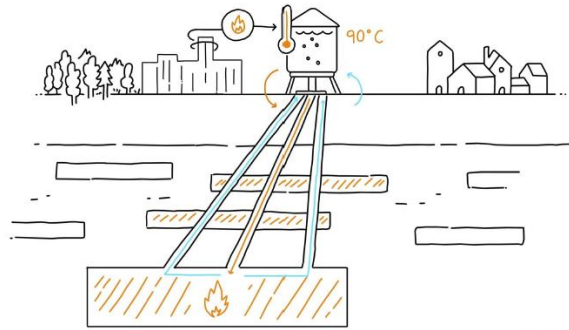
Figure 8 **Ville de Bâle**

- Optimisation du réseau avec stockage de chaleur de 1260 m³.
- Nouvelle centrale électrique au bois pour 80 GWh de chaleur et 27 GWh d'électricité par an.
- Pompe à chaleur à l'usine d'incinération des déchets pour récupérer la chaleur des gaz de combustion.

11.2. Berne

La ville de Berne a également d'importants plans de développement pour le chauffage urbain, dont 75 % provient actuellement de sources sans CO₂. La priorité d'Energie Wasser Bern est de réduire la consommation de gaz pour les charges de pointe. À cette fin, ewb développe un projet pilote de stockage géothermique pour stocker la chaleur résiduelle de l'été vers l'hiver.

Idee Geospeicher



11

SVGW - Technische Fachgruppe FW / 09.09.2020, sid

tbfpartner
Planer und Ingenieure

ewb

Figure 9 Concept du stockage géothermique à Berne, source SVGW Fachgruppe 09.09.2020, tbfpartner et ewb.

11.3. Genève

Les Services industriels de Genève (SIG) sont également très actifs dans le développement de solutions d'énergie renouvelable pour les réseaux thermiques qu'ils exploitent. En voici deux bons exemples :

Chauffage et refroidissement à distance à l'eau du lac :

Depuis 2006, le réseau "Genève Lac Nations" fournit du chauffage et du froid à environ 10 000 personnes grâce à des pompes à chaleur utilisant comme source l'eau du lac Léman. Le réseau "GenieLac" pour l'approvisionnement en froid est actuellement en cours de développement et fournira 25 000 personnes à l'avenir.



Figure 10 Genève et lac Léman

Solaire thermique :

Depuis 2020, les SIG exploitent également une centrale solaire thermique pilote de 1000 m² sur le réseau "CAD SIG".

11.4. Énergie Ausserschwyz AG

La centrale énergétique de Galgenen SZ produit de la chaleur et de l'électricité respectueuses de l'environnement grâce à une centrale à bois et une usine de biogaz. Le biogaz est produit dans des digesteurs à partir de déchets verts, de déchets alimentaires et de lisier. Le biogaz est ensuite utilisé pour alimenter un moteur à gaz produisant de l'électricité verte. La forêt régionale, les résidus et les déchets de bois servent de matière première pour la centrale électrique moderne au bois. La chaleur produite lors de la combustion fait tourner une turbine à vapeur, qui produit de l'électricité verte pour le réseau public. La chaleur issue de la production d'électricité est utilisée pour le réseau de chauffage à distance. Ainsi, le bois renouvelable et neutre en CO₂ est utilisé de manière optimale.

La première étape de développement du réseau de chauffage à distance couvre les municipalités de Galgenen, Lachen, Altendorf et Freienbach. Les propriétés telles que les maisons individuelles et multifamiliales, les bâtiments publics et les bâtiments industriels dans la zone d'approvisionnement peuvent être connectés au système de chauffage à distance.

Le réseau devrait commencer à fournir de la chaleur en 2021 et sera continuellement étendu.



Figure 11 Extension du réseau Energie Ausserschwyz AG (1ère étape en orange, 2ème étape en jaune et 3ème étape en vert)

12. SOURCES

- [1] Nussbaumer, T. ; Thalmann, S. ; Hurni, A. ; Mennel, S. : Faktenblatt Thermische Netze, Verenum AG, Verband Fernwärme Schweiz VFS und Hochschule Luzern HSLU i.A. von Energie Schweiz, Zürich und Bern, en préparation - publication prévue pour mars 2021.
- [2] Frederiksen, S. ; Werner, S. : District Heating and Cooling, Studentlitteratur AB, Lund 2013, ISBN 978-91-44-08530-2 . [Lien](#)
- [3] Haute école spécialisée de Lucerne : Le chauffage urbain en bref, Horw, mars 2019. [télécharger](#)
- [4] Mojic, I. ; Ruesch, F. ; Haller, M. : Faisabilité des réseaux de chauffage à l'énergie solaire dans le canton de Saint-Gall, TGV, Rapperswil 2017. [Télécharger](#)
- [5] Oppermann, G. ; Arnold, O. ; Ködel, J. ; Büchler, M. ; Jutzeler, M. : Leitfaden Fernwärme / Fernkälte, VFS, Berne 2018. [Lien](#)
- [6] Nussbaumer, T. ; Thalmann, S. ; Jenni, A. ; Ködel, J. : Planungshandbuch Fernwärme, ARGE QM Fernwärme, Version 1.2, Zurich 2018. [Lien](#)
- [7] Kemmler, A. ; Spillmann, T. : Analyse des projets énergétiques suisses 2000-2019 dans les domaines de l'énergie, de l'environnement et des transports, Prognos AG, INFRAS AG et TEP Energy i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Zürich et Berne 2020. [Télécharger](#)
- [8] Büchel, D. : Energiestrategie 2050. 16e symposium sur l'énergie du bois, ETH Zurich 11.09.2020, 25-29. [Télécharger](#)
- [9] Kirchner, A. et al : Energieperspektiven 2050+ - Kurzbericht, Prognos AG, INFRAS AG, TEP Energy GmbH und Ecoplan AG i.A. des Bundesamts für Energie BFE, Zürich und Bern 2020. [Lien](#)
- [10] Jakob, M. et al : Renewable and CO₂-free heat supply in Switzerland, AEE Suisse, Bern 2020. [download](#)
- [11] Informations fournies par les opérateurs de réseaux Situation en octobre 2020 : [Lausanne](#), [Zurich](#), [Berne](#), [Bâle](#)
- [12] VFS : Rapport annuel 2019 et suppléments par A. Hurni, Association suisse des chauffages urbains, Berne 2020. [lien](#)
- [13] Thalmann, S. ; Nussbaumer, T. : Ist-Analyse von Fernwärmenetzen, 13e symposium sur l'énergie du bois, ETH-Zurich 12.09.14, Verenum Zurich 2014. [lien](#)
- [14] Confédération suisse : réseaux de géodonnées thermiques, geo.admin.ch, Berne 2019, 14 janvier 2020. [lien](#)
- [15] Université des sciences appliquées et des arts de Lucerne : Case Studies Thermal Networks, Horw 2018. [lien](#)
- [16] Sres, A. : Livre blanc sur le chauffage urbain - Stratégie VFS, Rapport final Phase 2, VFS, Berne 2014. [Télécharger](#)
- [17] Sulzer, M. et al : Konzepte für die nächste Generation von technischen Regulierungen im Bereich Gebäude und Energie - Energiewende und Technische Regulierung EnTeR - Schlussbericht Phase 1, Dübendorf, Zürich, Horw 2020. [Lien](#)
- [18] Küng, L. ; Kräuchi, P. ; Kayser, G. : Risks in thermal grids, Thermal Grids Programme, Lucerne University of Applied Sciences and Arts T&A, Horw 2018. [lien](#)
- [19] Meier, B. et al : Socio-economic aspects of thermal networks, Thermal Networks Programme, Lucerne University of Applied Sciences and Arts T&A, Horw 2019. [link](#)
- [20] Von Felten, N. ; Perch-Nielsen, S. ; Bruns, F. : Economic benefits of thermal grids, Thermal Grids Programme, Lucerne University of Applied Sciences and Arts T&A, Horw 2020. [lien](#)
- [21] AEE Suisse : Faisable et abordable. Wärme 2050 - CO₂-neutral und erneuerbar, AEE Suisse, Berne 2020. [DownloadSIA 480](#), Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau, 2016. [Lien](#)
- [22] SIA 480 : Wirtschaftlichkeitsrechnung für Investitionen im Hochbau, Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein SIA, Zurich 2016. [Lien](#)

- [23] Hoesli, B. et al : Rechte und Pflichten bei der Wärmeversorgung im Verbund - Modul B Rechtliche Abklärungen, Fallbeispiele, Regelungsinhalte, Mustertexte, Planar AG und Ecosens AG, Zürich und Wallisellen 2016.
- [24] Cité de l'énergie, Planification spatiale de l'énergie - Modules 1 à 10. lien
- [25] Sigrist, D. ; Kessler, S. : Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM2015), Schlussbericht, INFRAS i.A. von Konferenz Kantonaler Energiefachstellen EnFK und Bundesamt für Energie BFE, Bern 2016. [Lien](#).
- [26] Chambers, J. et al : Mapping district heating potential under evolving thermal demand scenarios and technologies : A case study for Switzerland, Energy Volume 176, 1er juin 2019, pages 682-692. Lien
- [27] Thalmann, S. : Energiepreisgestaltung zur Verbesserung der Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Fernwärmenetzen, Abschlussarbeit MAS Business Administration & Engineering ZHAW, Zurich 2020
- [28] Trecco, S. ; Da Silva, R. ; Gemperle, S. : Decision criteria for system selection phase 2, Thermal Networks Program, Lucerne University of Applied Sciences and Arts T&A, Horw 2019. link.
- [29] AEE : Projekt Kommunale Wärmewende - Befragung verdeutlicht Hemmnisse bei der Umsetzung der kommunalen Wärmewende, Agentur für Erneuerbare Energien e.V., Berlin 2020. [Lien](#)