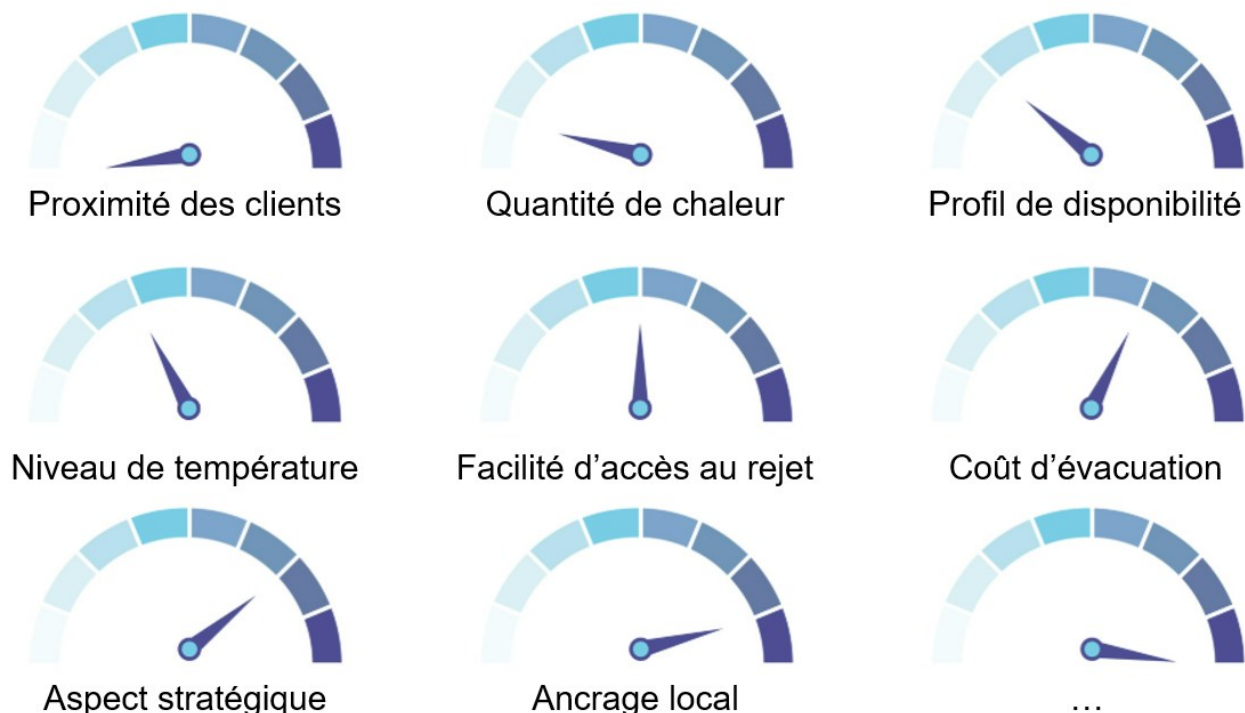


Rapport final, 13 mai 2026

Rapport

«Lever les freins à l'utilisation de la chaleur résiduelle dans les réseaux thermiques»

Outils pour soutenir l'utilisation des rejets thermiques industriels



Auteurs

Nicole Calame, CSD Ingénieurs

Daniel Gasser, CSD Ingénieurs

Fabrice Rognon, CSD Ingénieurs

Accompagnement OFEN

Matthias Bendig, OFEN

Laure Deschaintre, Planair

Contrat OFEN N° SH/8100389-01-01-09

La présente étude a été élaborée pour le compte de SuisseEnergie.

La responsabilité du contenu incombe exclusivement aux auteurs.

Contenu

Introduction.....	5
Contexte.....	5
Définitions et préambule.....	6
1. Identification des potentiels de rejets de chaleur industrielle	8
1.1 Planification énergétique territoriale	8
1.2 Cadastre de chaleur résiduelle.....	8
1.3 Sites prometteurs.....	9
1.3.1 Centres de données	9
1.3.2 Industries.....	9
1.3.2.1 Disponibilité.....	9
1.3.2.2 Caractéristiques.....	10
1.4 Déclencheurs et rôle des autorités.....	12
1.5 Exemples de cas concrets.....	14
1.5.1 Retours d'expériences	14
1.5.2 Exemples de réalisations.....	15
2. Outils d'évaluation du potentiel.....	16
2.1 Outil d'évaluation préliminaire	16
2.2 Contraintes et recommandations	17
2.3 Revue d'outils web existants.....	19
3. Moyens pour limiter les risques et surmonter les barrières	20
3.1 Introduction.....	20
3.2 Modèles d'affaire et soutien financier	20
3.3 Éléments-clés du processus de négociation.....	22
3.4 Aspects contractuels.....	23
3.4.1 Rôle et importance du cadre contractuel.....	23
3.4.2 Processus et bonnes pratiques	23
3.4.3 Définition des interfaces et responsabilités	24
3.4.4 Typologie des clauses contractuelles	24
3.4.5 Usage du sous-sol	27
3.4.6 Enseignements et recommandations.....	28
4. Conclusions et perspectives.....	28

5.	Pour aller plus loin	29
5.1	Documentation thématique.....	29
5.2	Outils de calcul ou d'aide à la décision.....	31
5.3	Mitigation des risques et aspects contractuels	31
	Références	33
6.	ANNEXES	35
6.1	Arbre de décision pour la température d'exploitation du réseau thermique	35
6.2	Outil liste de contrôle et d'évaluation de projets.....	36

Introduction

Ce guide a été élaboré dans le cadre du programme « Accélération du développement des réseaux thermiques », visant à encourager la valorisation de la chaleur résiduelle issue des industries et des centres de données (data centers) dans les réseaux thermiques. Il s'adresse avant tout aux services municipaux et communaux ainsi qu'aux exploitants de réseaux thermiques intéressés par cette thématique et offre des ressources et des outils ainsi qu'un aperçu du contexte spécifique et de ses enjeux.

L'objectif est de permettre au lecteur de répondre aux questions suivantes, aux différents stades d'avancement d'un projet :

Où se situe le potentiel sur mon territoire ? Comment la commune peut-elle faciliter la mise en œuvre de tels projets ?

La première partie du document offre un soutien pour identifier des sites ayant du potentiel. Elle présente les spécificités et différents aspects à considérer afin de cibler de bons candidats a priori intéressants. "

- Identification des potentiels
- Rôles des communes

Une industrie est identifiée, comment savoir s'il vaut la peine d'aller plus loin ?

L'outil « Liste de contrôle et d'évaluation » sert de fil rouge lors d'un premier entretien, avec la personne responsable de l'énergie dans l'entreprise par exemple, afin d'estimer de manière précoce la viabilité d'un projet de valorisation de chaleur résiduelle. L'évaluation obtenue sert d'aide à la décision dans l'identification de projets prometteurs qui disposent de chances raisonnables de se concrétiser.

- Outil décisionnel
- Obstacles identifiés et pistes de solutions

Le projet fait sens du point de vue technico-économique. Quelles solutions contractuelles existent pour réduire les risques ?

Cette partie adresse la mitigation des risques dans les projets de valorisation de chaleur résiduelle dans les réseaux thermiques. Divers modèles d'affaire et éléments contractuels et recommandations permettant de lever des obstacles sont notamment recensés.

- Les étapes indispensables
- Modèles commerciaux
- Éléments contractuels

Pour aller plus loin...

- Retours d'expérience de projets réalisés ou abandonnés en Suisse
- La dernière section du document propose une sélection de ressources pertinentes pour approfondir les thématiques présentées.

Note : Dans ce document, le terme « industrie » s'applique souvent de manière indifférenciée aux sites de production industrielle et aux centres de données. Notons que les UIOM et les STEP sont hors du champ de cette étude, ces dernières ressources de chaleur sont par ailleurs déjà souvent exploitées lorsque des réseaux thermiques sont présents à proximité.

L'élaboration du rapport s'appuie sur des documents de base existants, des interviews de spécialistes et les réponses obtenues via un sondage sur les projets réalisés, en cours ou abandonnés en Suisse.

Contexte

L'utilisation des rejets de chaleur industriels ne manque pas d'atouts : réduction des émissions de CO₂, préservation des ressources naturelles et réduction des dépenses énergétiques. Les rejets thermiques

constituent une ressource locale dont l'usage devrait être prioritaire par rapport à d'autres vecteurs énergétiques plus facilement stockables et mobiles. Ce document offre des pistes et des outils pour soutenir un plus large développement des projets de valorisation de cette chaleur résiduelle via son usage dans les réseaux thermiques. Ces derniers constituent en effet un vecteur permettant d'améliorer l'efficacité du système énergétique et promouvant l'économie circulaire et le développement durable.

Environ 20% de la consommation totale d'énergie au niveau suisse est actuellement issue du secteur industriel. Une partie de l'énergie consommée est ensuite perdue sous forme de chaleur. Celle-ci constitue une source décarbonée intéressante pour les réseaux thermiques. Elle permet de réduire leur consommation énergétique existante. L'énergie nécessaire aux procédés industriels ou au refroidissement de centres de données sera consommée quoi qu'il en soit. Même si elle n'est soumise à aucune obligation, la valorisation des rejets inutilisables autrement réduit le gaspillage de chaleur rejetée vers l'atmosphère. Le remplacement de chaudières à mazout ou à gaz par une fourniture de chaleur liée à un réseau thermique permet de réduire encore les émissions de CO₂ des bâtiments raccordés.

Les services municipaux et communaux ainsi que les exploitants de réseaux thermiques intéressés trouveront dans le présent rapport des informations et une aide à la décision pour soutenir la concrétisation de projets de récupération de chaleur résiduelle dans les réseaux thermiques. Les communes jouent un rôle clé, notamment dans le cadre de leur planification énergétique territoriale dans lesquelles la chaleur résiduelle doit être prise en considération. Elles peuvent agir comme déclencheurs et initier des projets en mettant en contact exploitant de réseau et industriel grâce à leur vue d'ensemble du tissu industriel local, gérer la coordination ou être partie prenante.

Le point clé d'un projet abouti et fructueux réside dans l'adéquation entre une source de rejets thermiques et les besoins en chaleur des utilisateurs, notamment dans la proximité géographique entre les deux. La thématique abordée ici se place du point de vue de la chaleur résiduelle, mais elle s'inscrit dans le cadre plus large du développement de réseaux thermiques. Des informations spécifiques s'y rapportant se trouvent au chapitre 5. Les aspects de conception et de planification de réseaux ne sont pas abordés. L'hypothèse est faite que des besoins de chaleur avérés et définis président à la recherche d'une source thermique telle que des rejets de chaleur industrielle. Les outils proposés permettent de cibler et d'évaluer le potentiel de telles ressources.

Définitions et préambule

Un rejet de chaleur est défini comme la chaleur résiduelle inévitable et non-valorisable en interne qui quitte un procédé et peut être utilisé pour un autre usage. La distinction doit être faite entre les flux de chaleur rejetés sur un site dans son état actuel et la chaleur résiduelle qui subsistera dans un état futur où la récupération interne sera optimisée. Ainsi le potentiel est évolutif et la quantité de chaleur actuellement rejetée par les entreprises est globalement vouée à se réduire par des mesures de valorisation interne et d'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés.

Les rejets de chaleur en tant que ressource ne sont ni renouvelables ni fossiles. Ils constituent une catégorie en tant que telle et peuvent être considérés comme dépourvus d'énergie primaire et exempts d'émissions de CO₂ (OFEN, 2018).

Au moment de la rédaction du rapport, il n'existe aucune obligation légale de valorisation externe des rejets thermiques. Pour mémoire, la conclusion d'une convention d'objectifs (démarche est obligatoire pour les grands consommateurs dont la facture de chaleur dépasse 5 GWh ou 0.5 GWh/a d'électricité) avec la Confédération ou le canton a pour but une gestion plus efficace et une valorisation plus large des rejets thermiques, en particulier à l'interne.

Avant de songer à exporter la chaleur résiduelle inévitable hors d'un site industriel ou d'un centre de données, il est important de s'assurer que les procédés industriels et les installations techniques sont déjà optimisées et que la piste d'une valorisation en interne de ces rejets thermiques a déjà été explorée. De plus, il est pertinent de prioriser l'usage de cette chaleur en fonction de son niveau de température : si une

utilisation pour alimenter des procédés industriels ou produire de l'électricité est envisageable, dès 80°C et jusqu'à 500°C environ, c'est en principe à privilégier. Par ailleurs, ces applications laissent en général la possibilité de fournir également du chauffage de confort. Une autre alternative réside dans la production de froid à l'aide d'une machine frigorifique à absorption, dès 80°C et jusqu'à 160° environ (Interreg, 2025). Cette variante peut présenter un intérêt pour la valorisation de chaleur disponible en excès durant l'été à des fins de rafraîchissement lorsque les besoins du réseau sont autrement limités.

Il est à noter que la source thermique ne doit pas impérativement disposer d'un niveau de température supérieur à celui du réseau. Si c'est le cas, un simple échangeur de chaleur suffit à transférer la chaleur captée vers le réseau. C'est la situation la plus avantageuse car elle implique peu d'investissements dans les technologies et des coûts d'exploitation réduits. Si ce n'est pas le cas, la température de la source de chaleur peut être réhaussée par l'usage de pompes à chaleur (PAC) moyennant une consommation d'électricité complémentaire. Cette technologie mature offre des installations disponibles dans une large gamme de puissances (jusqu'en dizaines de MW) et permet aujourd'hui de produire de la chaleur au-delà de 120°C. Le dimensionnement et l'exploitation corrects des pompes à chaleur sont essentiels afin d'atteindre une haute efficacité et des coûts opérationnels aussi réduits que possible.

De grandes pompes à chaleur sont utilisées depuis plusieurs décennies en Suisse, en particulier pour alimenter des réseaux thermiques à partir de chaleur puisée dans l'eau de lacs ou de rivières par exemple. La chaleur résiduelle issue d'industries ou de centres de données apporte un avantage puisqu'elle est disponible à des températures plus élevées. Ceci impacte favorablement le coefficient de performance (COP) de la PAC et réduit ainsi les coûts opérationnels.

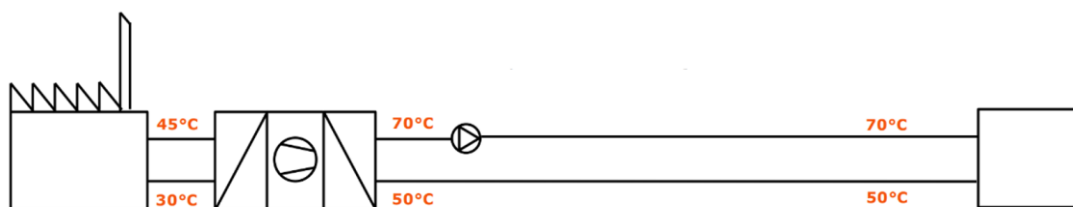


Figure 1 : Illustration du concept d'alimentation d'un réseau thermique avec de la chaleur résiduelle au-travers d'une pompe à chaleur [WP in TN_energieschweiz 2020]

Le choix d'installer une PAC centralisée tel qu'illustré dans la Figure 1 ou plutôt chez les clients en exploitant le réseau à la température de la ressource se fait dans un second temps lors de l'étude du projet. La typologie des besoins ainsi qu'une variété autres facteurs entrent en ligne de compte pour la sélection du concept. L'arbre de décision de l'Annexe 6.1 constitue une aide à la sélection préliminaire du niveau de température d'exploitation du réseau.

1. Identification des potentiels de rejets de chaleur industrielle

La méthodologie à appliquer dans une démarche d'identification des potentiels se résume à consulter les sources suivantes par ordre de priorité :

- Planification énergétique territoriale, voir section 1.1
- A défaut, cadastre cantonal des rejets de chaleur, voir section 1.2
- A défaut, identification de sites prometteurs locaux à l'aide de pistes données dans la section 1.3

De plus, des éléments sont donnés dans le 1.4 sur le rôle que peuvent jouer les autorités comme déclencheurs de projets. Pour information, des exemples de réalisation sont fournis à la fin du chapitre à la section 1.5.

1.1 Planification énergétique territoriale

Si une planification énergétique a été réalisée sur le périmètre communal, le potentiel de chaleur résiduelle devrait y être recensé. Il peut arriver que ce potentiel n'ait pas été traité lors de l'élaboration de la planification énergétique territoriale. Dans ce cas, on pourra vérifier si le canton a réalisé et mis à disposition un cadastre des rejets thermiques.

Si la planification énergétique territoriale reste à faire, il est primordial de s'assurer que l'étude de cette source soit incluse.

En pratique, les limites communales pouvant être trop étroites, une réflexion à l'échelle régionale pour la zone de vente de la chaleur est encouragée. Ceci vaut inversement pour la source de chaleur : étudier les sources potentielles hors des frontières communales peut faire du sens selon l'éloignement géographique entre les besoins de chaleur et le site générant des rejets thermiques.

1.2 Cadastre de chaleur résiduelle

Pour ce qui est des centres de données, la Suisse est l'un des pays en abritant le plus grand nombre au monde, par habitant. Une liste des centres de données commerciaux nationaux est disponible¹. 114 sites sont recensés et géolocalisés en fin d'année 2025 d'une taille entre 2 MW et 20 MW de puissance installée.

Certains cantons ont réalisé un cadastre des rejets thermiques sur leur territoire. Le canton de Vaud par exemple offre un cadastre des rejets de chaleur importants². Il situe les principaux sites d'intérêt à l'échelle cantonale avec une indication de la catégorie d'entreprise, une information qualitative du potentiel de valorisation et des données indicatives de la disponibilité annuelle, du niveau de température, et du débit du rejet ainsi qu'une note sur la préexistence d'une valorisation. Un tel cadastre n'est pas exhaustif mais offre un bon outil afin d'identifier des sites offrant un potentiel intéressant dans la zone considérée.

Si aucun cadastre n'existe, on pourra investiguer sur les industries présentes dans le périmètre du projet en consultant les zones industrielles sur une carte en ligne par exemple.

Il n'existe pas aujourd'hui sur le plan national de cadastre de la chaleur résiduelle en Suisse fondé sur des données concrètes du terrain. Une étude basée sur des estimations (Zuberi J. et al., 2018), offre une vue d'ensemble de la chaleur résiduelle disponible à moins de 150°C et sa répartition sur le territoire suisse. Les zones présentant des densités de rejets au-delà de 8.3 GWh/ha par année sont situées de façon dense dans les régions de Bâle-Ville, Genève, Aargau et Zürich. **Cet important potentiel pour la valorisation au travers de réseaux thermique est avéré dans ces zones où des réseaux se sont déjà développés.**

¹ Disponible sous <https://www.datacentermap.com/switzerland/>, hors centres de données privés

² Disponible sous www.geo.vd.ch, effectuer une recherche avec « Cadastre des rejets de chaleur » puis zoomer dans la carte pour voir les sites

1.3 Sites prometteurs

De larges disparités peuvent exister au sein d'un même domaine industriel en termes de rejets de chaleur selon le type de technologies utilisées, la récupération réalisée à l'interne ou la capacité de production. Cette section présente les caractéristiques générales, dont la validité sera à vérifier au travers d'une prise de contact directe avec les responsables énergie ou autres personnes de contact. Le chapitre 2 offre du soutien dans cette démarche.

D'un point de vue très local, une approche pragmatique préliminaire consisterait à procéder à une identification visuelle : y a-t-il des installations techniques en toiture ? Si des tours de refroidissement ou aéro-refroidisseurs sont présents, de la chaleur est dissipée à l'environnement et pourrait possiblement être récupérée.

→ D'une manière générale, la proximité géographique entre la source de rejet thermique et le réseau est un facteur d'importance car le coût du raccordement impacte directement la rentabilité globale d'un projet.

1.3.1 Centres de données

Les centres de données ou data centers sont de plus en plus utilisés comme source de chaleur pour des réseaux thermiques. Ils présentent la caractéristique de fonctionner « en ruban » toute l'année et de générer ainsi de la chaleur résiduelle disponible de manière plus ou moins constante 24h/24h. Ils constituent de bonnes opportunités a priori. L'évacuation de chaleur est par ailleurs une nécessité pour ces sites qui peuvent de plus se situer en milieu urbain.

Les centres de données abritent des équipements informatiques tels que des serveurs et équipements servant au stockage de données. Des données numériques y sont traitées, collectées et distribuées en permanence ce qui génère des rejets de chaleur importants générés par les installations de refroidissement nécessaires au bon fonctionnement des serveurs informatiques. Ils sont très énergivores et ont causé 3.6% de la consommation globale électrique suisse en 2024. Cette part est vouée à s'élever encore à l'avenir, notamment à cause du développement rapide de l'intelligence artificielle. Le potentiel valorisable est estimé entre 2'000 et 2'600 GWh/an sur le plan national (eicher+pauli, Kulemann et al., 2023), ce qui en fait une source de chaleur d'importance dans la stratégie énergétique 2050 de la Confédération.

On peut estimer en première approche que la quantité de chaleur rejetée est du même ordre de grandeur que la consommation électrique du centre de données, mais elle ne peut pas être intégralement récupérée. Selon une étude (eicher+pauli, Kulemann et al., 2023), la tendance vers de meilleurs systèmes de refroidissement dans les centres de données peut se résumer de la manière suivante par les caractéristiques de la chaleur résiduelle :

- Installation plutôt ancienne : 72% de la chaleur valorisable à une température de 10 à 16°C
- Installation typique : 81% de la chaleur valorisable à une température de 24 à 30°C
- Installation moderne : 95% de la chaleur valorisable à une température de plus de 32°C

Pour de plus amples informations, se reporter aux documents et outils recensés dans le chapitre 5 « Pour aller plus loin ».

1.3.2 Industries

Divers aspects de la chaleur résiduelle sont à prendre en considération dans la démarche d'identification d'un site potentiel. Ces éléments se complètent et peuvent se compenser dans une certaine mesure.

1.3.2.1 Disponibilité

Un aspect clé réside dans la disponibilité de la chaleur, en particulier durant la saison hivernale. Les procédés qui fonctionnent généralement en continu 24h/24h ou de manière stable et régulière sur un nombre d'heures élevé par année sont une ressource particulièrement intéressante. A l'inverse, une production limitée dans le temps ou fortement discontinue, est a priori moins avantageuse par la plus faible disponibilité des rejets. Celle-ci pourrait potentiellement aussi présenter une plus grande variabilité du niveau de température.

Les industries de grande taille disposant d'une capacité de production élevée auront plus de chances de fonctionner aussi durant le week-end et peut-être la nuit. A l'inverse, il est plus probable que les petites et moyennes entreprises n'aient pas encore réalisé ou planifié un usage pour leurs rejets thermique, comme l'illustre la Figure 2 (données européennes). Si un usage de la chaleur résiduelle est déjà effectif, le potentiel n'est toutefois pas forcément épuisé. D'autre part, un projet de réseau thermique pensé à des fins de chauffage pour quelques bâtiments communaux par exemple, ne nécessitera pas une quantité de chaleur très importante.

Beaucoup de projets réalisés combinent de multiples sources de chaleur et certains ont recours au stockage thermique. Ce dernier peut offrir une solution à évaluer au cas par cas pour palier à la discontinuité ou la différence temporelle existant entre la disponibilité et le besoin en chaleur. Plusieurs usages peuvent s'avérer pertinents :

- Sur une source de chaleur discontinue pour fournir une demande relativement stable ;
- Sur une source plutôt continue afin de fournir une demande fluctuante. Ceci permet d'optimiser la récupération de chaleur et d'augmenter la part de couverture des pics d'appel de chaleur ;
- Comme stockage saisonnier pour décaler l'usage de rejets de chaleur estivaux lorsque les besoins de chauffage sont présents.

Les réservoirs d'eau qui permettent de stocker une importante quantité de chaleur impliquent des volumes considérables. Le recours à des sondes géothermiques pour le stockage de chaleur, ou fonctionnant en régénération, peut constituer une alternative avantageuse. La rentabilité et la procédure d'autorisation pour la construction d'un grand accumulateur thermique sont à évaluer.

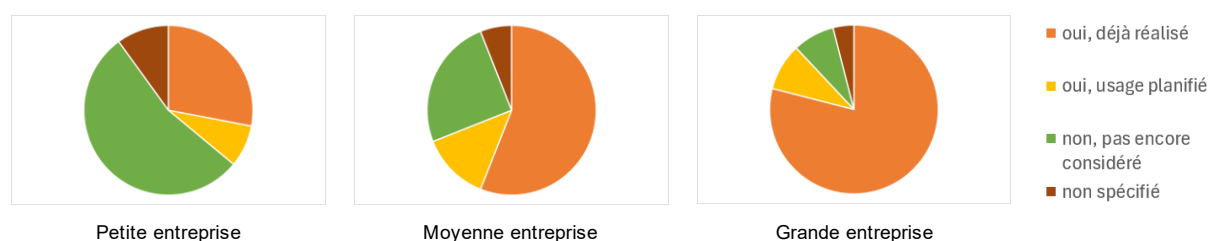


Figure 2 : Résultats d'un sondage mené en Europe à la question « Votre entreprise utilise-t-elle ou prévoit-elle d'utiliser sa chaleur résiduelle » adapté de (Schützenhofer et al., 2026)

Les domaines suivants sont parfois cités comme les plus intéressants vis-à-vis de la disponibilité de la chaleur résiduelle :

- L'industrie du papier, du verre, la production de béton et les usines sidérurgiques
- La fabrication électronique ou la construction automobile
- La transformation alimentaire (par exemple le secteur laitier) et la production pharmaceutique

1.3.2.2 Caractéristiques

Les industries génèrent environ 20% de la consommation finale d'énergie en Suisse, dont 70% sont dévolus à la chaleur de procédés. Entre 10% et 50% de celle-ci se trouve finalement rejetée comme chaleur résiduelle. La Figure 3 illustre la répartition de la consommation liée à la chaleur de procédés en Suisse ainsi que les rejets thermiques générés selon les secteurs industriels pour les tranches de moins de 150°C (LT) / 150°C-320°C (MT) / plus de 320°C (HT). Comme chaque branche représente la somme de ses industries, il est plus judicieux dans un contexte local de s'intéresser à la structure et aux proportions des rejets de chaleur de chacun. Globalement, la moitié des rejets thermiques seraient disponibles à plus de 150°C. Le potentiel techniquement récupérable correspond à environ 60 % de la quantité de chaleur résiduelle (indiqué comme Excess heat), soit au total 14PJ ou 3'900 GWh/an récupérables dans des gaz d'échappement ou effluents, qui pourraient être revalorisés annuellement sur le plan national³.

Le Tableau 1 présente une répartition indicative de rejets industriels exprimés en pourcentage de la consommation d'énergie finale et selon les températures. Il peut être utilisé dans une première approche de sélection. A noter que de fortes disparités peuvent surgir entre des procédés regroupés dans un même secteur industriel selon le type de production, le facteur d'échelle, les technologies utilisées et le niveau

³ Ces chiffres sont issus d'estimations en l'absence d'un cadastre national en Suisse selon l'étude de (Zuberi J. et al., 2018)

d’optimisation interne. Une prise de contact avec les industries identifiées est nécessaire afin d’obtenir des données spécifiques sur la chaleur résiduelle disponible dans le contexte local (voir chapitre 2).

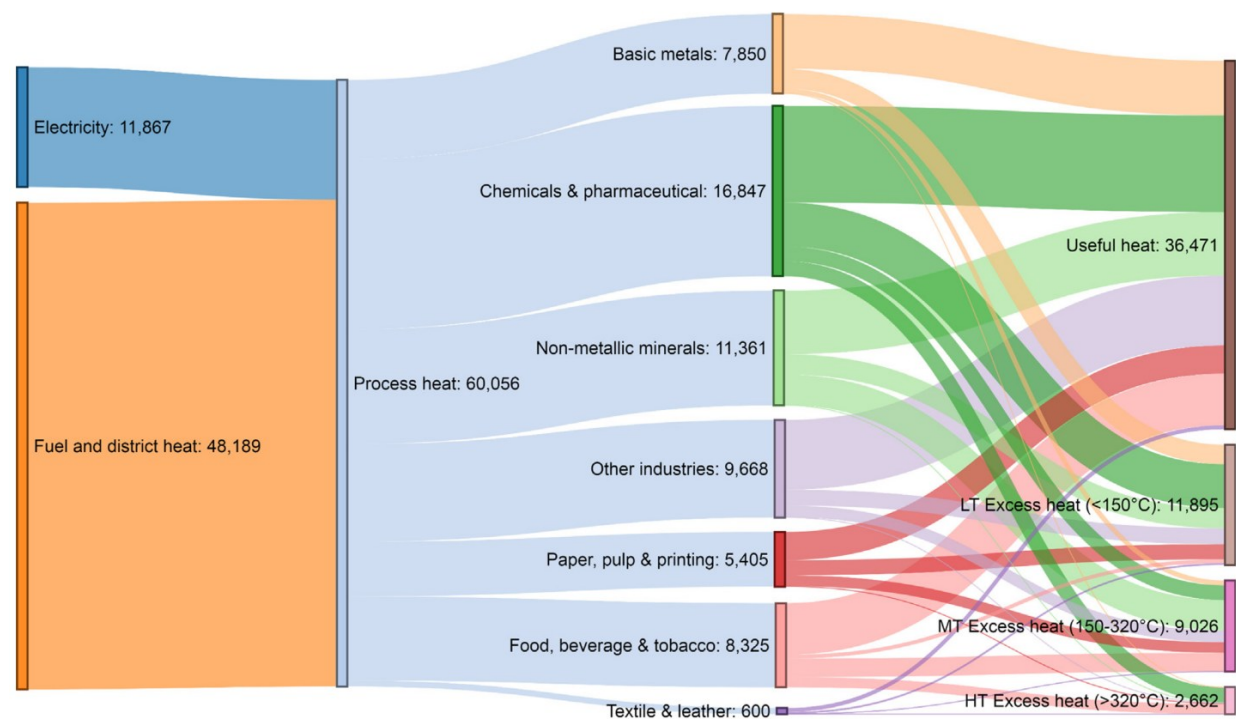


Figure 3 : Flux d’énergie pour la chaleur de procédé en Suisse [en T.J] par secteur industriel avec la part de chaleur résiduelle à basse température (LT < 150°C), moyenne température (MT 150-320°C) et haute température (HT >320°C) (Zuberi J. et al., 2018)

Branche	Part 25°C-60°C	Part 60°C-140°C	Part >140°C
Agroalimentaire	12%	3%	0,2%
Papier	15%	4%	1%
Chimie	4%	8,0%	8,0%
Fabrication produits plastique	2%	3,0%	
Ciment / béton		20,0%	40,0%
Autres minéraux non ferreux		20,0%	40,0%
Métal / fer		15,0%	30,0%
Métaux non ferreux		15,0%	30,0%
Métal / appareils		1,5%	3,0%
Machines		1,5%	3,0%
Autres industries		0,5%	1,0%

Tableau 1 : Part des rejets thermiques industriels exprimés en pourcentage de la consommation d’énergie finale. Les valeurs non renseignées ne sont pas forcément inexistantes mais non disponibles. Basé sur : (Sres A. et al., 2017) (Pehnt M. et al., 2010) (enova, 2009) (Interreg, 2025)

Le secteur des services peut également être considéré dans la démarche d’identification de potentiel avec des températures de rejets thermiques se situant généralement au-dessous de 40°. Certains secteurs comme les hôpitaux ou les piscines rejettent leurs eaux usées entre 10°C et 20°C durant toute l’année. Des halles de stockage ou des commerces avec des chambres froides rejettent par ailleurs leurs eaux de refroidissement entre 30°C et 40°C, mais présentent un potentiel plus élevé durant l’été (Schützenhofer et al., 2026).

Pour rappel, la température du rejet ne doit pas impérativement être supérieure à la température d’exploitation du réseau. L’usage d’une pompe à chaleur pour rehausser le niveau de température est moins propice a priori mais peut s’avérer tout à fait viable économiquement.

L'industrie du ciment est l'une des plus énergivores en Suisse. En pratique, ce secteur n'est constitué que de six usines ou cimenteries au niveau national et alimente déjà plusieurs communes en chauffage au travers de réseaux thermiques (cemsuisse, 2021). Représentante d'un autre domaine à fort potentiel, la seule raffinerie de Suisse située à Cressier est un autre exemple où la quantité élevée de chaleur résiduelle disponible est déjà valorisée au travers du chauffage à distance Entre-deux-Lacs. En comparaison, **la branche de l'industrie alimentaire par exemple est composée de sites de production de tailles moins imposantes, avec l'avantage d'être mieux réparties sur le territoire et de disposer encore de beaucoup de potentiel disponible. Dans cette catégorie, l'industrie laitière est reconnue comme grande consommatrice d'énergie (Kantor et al., 2018).** Les coûts spécifiques liés à la récupération de la chaleur résiduelle auront tendance à être moins avantageux car ne bénéficiant pas autant du facteur d'échelle.

Les industries les plus prometteuses

Les domaines suivants sont parfois cités comme les plus intéressants vis-à-vis de la disponibilité de la chaleur résiduelle :

- L'industrie du papier, du verre, la production de béton et les usines sidérurgiques, qui alimentent déjà plusieurs réseaux thermiques en Suisse.
- La fabrication électronique ou la construction automobile
- La transformation alimentaire (par exemple le secteur laitier) et la production pharmaceutique encore moins exploitées et ayant l'avantage d'être mieux réparties sur le territoire.

Le **secteur des services** peut également être considéré dans la démarche d'identification de potentiel avec des températures de rejets thermiques se situant généralement au-dessous de 40°. Certains secteurs comme les hôpitaux ou les piscines rejettent leurs eaux usées entre 10°C et 20°C durant toute l'année. Des halles de stockage ou des commerces avec des chambres froides rejettent par ailleurs leurs eaux de refroidissement entre 30°C et 40°C, mais présentent un potentiel plus élevé durant l'été (Schützenhofer et al., 2026).

Pour rappel, la température du rejet ne doit pas impérativement être supérieure à la température d'exploitation du réseau. L'usage d'une pompe à chaleur pour rehausser le niveau de température est moins propice a priori mais peut s'avérer tout à fait viable économiquement.

Le critère de l'intensité énergétique

Une distinction peut encore être faite entre les domaines industriels selon leur intensité énergétique qui mesure le rapport entre la consommation énergétique finale et la valeur ajoutée d'une branche industrielle. Cet indicateur économique reflète la quantité d'énergie nécessaire à leur production. Ceux dont l'intensité énergétique est élevée accordent une grande importance à leur consommation énergétique. Ils auront possiblement de larges quantités de chaleur résiduelle et seront probablement intéressés à valoriser leurs rejets thermiques, en particulier si cela peut réduire leurs coûts d'évacuation ou contre rémunération. Les domaines dont l'intensité énergétique est très élevée sont notamment la sidérurgie et la chimie de base. Les secteurs comme les cimenteries, l'industrie du papier, le traitement des minéraux, la métallurgie non ferreuse ainsi que l'industrie du verre et de la céramique complètent la liste des domaines ayant une intensité énergétique de plus de 2.8 kWh/euro (10 MJ/euro) (Hirzel et al., 2013).

Pour de plus amples informations, se reporter aux documents et outils recensés dans le chapitre 5 « Pour aller plus loin ».

1.4 Déclencheurs et rôle des autorités

Les communes ont un rôle déterminant à jouer dans l'initiation et la réalisation de projets et notamment sur les aspects suivants :

- **Les communes initient et facilitent**
 - o Vision d'ensemble sur le territoire autant sur la présence de centres de données ou d'industries que d'une potentielle opportunité de développer un réseau thermique. Mise en relation

les acteurs concernés par l'organisation d'un événement spécifique. L'établissement du contact initial est l'élément fondateur de chaque projet ;

- Influencer la zone d'implantation au travers de la **planification énergétique territoriale**, de plans directeurs sur l'aménagement du territoire ou dans le règlement de construction. Il est important **d'inclure la chaleur résiduelle comme ressource**. L'attribution de secteurs propices proche de zones ayant une densité de besoins de chaleur élevés favorise un potentiel raccordement au réseau ;
- La **connaissance précoce de nouveaux projets de centres de données ou ayant un besoin de refroidissement élevé** cherchant à s'implanter localement comporte plusieurs avantages :
 - Meilleure temporalité pour établir le concept de valorisation de la chaleur et permet de coordonner la planification et la réalisation des travaux ;
 - Le lieu d'implantation est crucial et peut encore être orienté. Dans un projet de réseau thermique, une trop grande distance géographique par rapport aux besoins à fournir peut être fatal à un projet
- Influencer l'exploitation des rejets thermiques lors de **l'attribution de permis de construire** pour de nouveaux centres de données ;
- Une éventuelle obligation de raccordement au réseau thermique constituera un contexte économique favorisant la rentabilité du projet ;
- Elles sont partie prenante ou jouent un rôle de coordination entre les parties intéressées ;
- **Les communes soutiennent financièrement :**
 - Subventionnement d'une étude sur la caractérisation de la chaleur résiduelle si les données sont insuffisantes et que l'industrie n'est pas prête à consentir cet effort
 - Soutien dans la phase de réalisation sous forme de subvention des investissements ou d'un prêt à taux réduit voir nul. Éventuelle prise en charge d'une partie des risques de façon temporaire jusqu'à ce que l'exploitation ait atteint sa « vitesse de croisière ». Il s'agit de la notion parfois utilisée de « crédit-relais ».
- Elles ont un devoir d'exemplarité envers la population et le tissu économique local par le développement d'un projet afin d'alimenter les bâtiments communaux par exemple ;
- Elles peuvent étudier et autoriser d'éventuelles dérogations nécessaires à la réalisation de projets.

Les éléments suivants constituent des déclencheurs :

- Des changements majeurs du côté de l'industrie / du centre de données ou du réseau thermique sont des moments où l'impulsion est donnée à la recherche d'opportunités ;
- Le souhait de réduire l'impact environnemental du réseau (p.ex. à la demande des clients) ;
- La connaissance de la ressource à disposition via par exemple une étude menée par une industrie sur sa consommation énergétique (analyse Pinch). Outre l'identification du potentiel de récupération interne, ceci mène à la caractérisation et quantification des flux de chaleur résiduelle.

Les besoins suivants ont été identifiés :

- La simplification du processus d'autorisation pour la réalisation des réseaux thermiques, des accumulateurs de chaleur et des projets à l'échelle régionale (hors des frontières communales) amènerait un contexte plus favorable ;
 - Un soutien accru de l'outil législatif d'incitation ainsi qu'un cadre juridique sûr dans le domaine des différents instruments liés au CO₂ sont plébiscités ;
- Selon une récente étude au niveau européen (Schützenhofer et al., 2026), la plupart des projets de valorisation de chaleur résiduelle dans des réseaux thermiques ont bénéficié de programmes de subventionnement publics. Beaucoup n'auraient pas pu atteindre une viabilité financière en l'absence de soutien.

1.5 Exemples de cas concrets

Les cas de référence que sont les projets réalisés (ou parfois abandonnés) apportent des exemples concrets de concepts et d'intégrations réussies de valorisation de la chaleur résiduelle industrielle dans des réseaux thermiques.

1.5.1 Retours d'expériences

Le questionnaire diffusé sur le plan national dans le cadre de cette étude a été renseigné pour 11 projets. Ceux-ci ont été réalisés ou envisagés dans les domaines de l'alimentaire, des métaux (aciérie et fonderie), de la chimie et pharma, une laverie, une saline ainsi qu'un centre de données. Le rejet thermique constituait la source principale du réseau pour la moitié des projets. Les températures de rejets se situent à des niveaux répartis sur toute la gamme allant de 12°C à 120°C. Les réseaux sont tous exploités à haute température (aller entre 75°C et 110°C ; retour entre 50°C et 85°C). La moitié des réponses indiquent le recours à une pompe à chaleur, d'autres utilisent la source pour du préchauffage par exemple. L'énergie annuelle récupérée dans le rejet thermique varie entre 1'150 MWh et 80'000 MWh. Une des sources présente une fluctuation entre 5'000 MWh et 17'000 MWh selon le mode de fonctionnement. La puissance maximale disponible dans le rejet thermique se situe entre 1'000 kW et 19'000 kW.

Du côté des parties prenantes, une très large majorité inclut le partenaire industriel et l'exploitant de réseau. La commune est impliquée dans la moitié des cas, et il arrive que le canton, la ville ou encore une corporation prenne part au projet.

Les projets ont principalement été initiés dans le cadre de feuilles de route décarbonation ainsi que par intérêt économique et volonté politique de la commune (les motivations étant parfois cumulées). Dans le cas du centre de données la volonté d'expansion du site se heurtait aux limites techniques de leurs installations de refroidissement, ce qui a motivé leur prise de contact avec le réseau thermique existant à proximité afin de trouver une solution à l'évacuation de la chaleur générée par leurs serveurs.

L'aspect économique est cité en tête des points critiques rencontrés, il est mentionné par 8 des 11 participants au questionnaire. Viennent ensuite les contraintes opérationnelles, les aspects techniques et les négociations contractuelles. D'autres aspects tels que la situation centrale du site, les horaires de fonctionnement limités (jours de semaine, vacances en été et à Noël) et la disparition de la source de chaleur en cours d'exploitation ont été indiqués. Le sondage recense 2 projets qui ont été abandonnés. La cause en est principalement les horaires de production (limités à environ 8 heures par jour du lundi au vendredi). Ces ressources étaient envisagées comme sources secondaires pour le réseau thermique. Dans un autre cas, le potentiel de valorisation n'a pas pu être exploité autant qu'initialement estimé, à cause de l'accès techniquement difficile. Dans ce dernier cas, les risques financiers n'ont pas été pris pour obtenir l'ensemble de la chaleur résiduelle identifiée, en particulier du fait du futur incertain de l'entreprise.

Les leviers ayant permis de surmonter les difficultés ont notamment été le financement d'une analyse, un savoir-faire interne étendu en interne, et la sélection de variantes qui satisfassent les différentes parties prenantes. Sont aussi mentionnés les échanges ouverts sur les intérêts, les exigences et les possibilités tenus lors de comités de pilotage périodiques réunissant tous les acteurs (commune, industrie et exploitant du réseau) ainsi que la persévérance et la ténacité qui font aussi partie des solutions.

Les **modèles de coopération** recensés sont les suivants :

- Le fournisseur local d'énergie fonctionne comme contractant. Il est l'unique investisseur et exploite le réseau. La commune a initié le projet et constitue le client principal du réseau ;
- L'exploitant de réseau a réalisé le projet et consenti les investissements seul ;
- Une société a été fondée avec une participation du fournisseur d'énergie, de la ville et d'une corporation. Dans un autre cas se sont la commune, l'exploitant de réseau et l'entreprise industrielle qui y participent. Les investissements dans le réseau et les sous-stations sont consentis par la société et l'industrie prend à sa charge la mise à disposition de la chaleur résiduelle sur son périmètre jusqu'à une interface définie ;
- Le réseau de chauffage existant de la commune sera intégré à l'entreprise locale d'approvisionnement en énergie. Celle-ci réalisera également les investissements dans la centrale de récupération de

chaleur (PAC) et exploitera le réseau thermique. L'entreprise industrielle prend à sa charge les investissements du côté des rejets thermiques. Les consommateurs sont presque exclusivement constitués de bâtiments communaux ;

- Dans l'un des projets, l'exploitant du réseau thermique indique avoir participé aux investissements nécessaires à l'accès à la chaleur résiduelle sur le périmètre de l'entreprise industrielle. Lorsqu'une pompe à chaleur est installée, elle constitue souvent une interface « naturelle » pour les investissements et responsabilités (côté évaporateur à la charge de l'entreprise industrielle ou du centre de données).

La chaleur résiduelle est généralement livrée gratuitement, lorsqu'elle est disponible et sans obligation. Dans l'un des projets, des conditions contractuelles diverses sont toutefois définies en fonction de la qualité de la chaleur fournie, de sa disponibilité et de sa quantité.

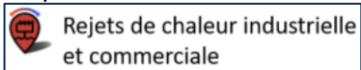
Un système de redondance est généralement installé du côté du réseau thermique pour assurer la fourniture de chaleur. Une redondance est également nécessaire du côté du site industriel si la reprise de chaleur correspond à la fourniture d'une prestation de refroidissement qu'il faut garantir.

1.5.2 Exemples de réalisations

Il existe un certain nombre de projets réalisés exploitant la chaleur de centres de données sur le territoire suisse :

- ➔ En Romandie, on peut notamment citer le CAD Ziplo ou le projet d'[Infomaniak](#)
- ➔ Le guide de la HES-SO Valais « Centre de données – outils et bons exemples »

Voici d'autres projets dans lesquels de la chaleur résiduelle industrielle est valorisée au travers de réseaux thermiques :

- En Suisse
 - Le [géoportail de la Confédération](#) recense les réseaux thermiques nationaux en indiquant également quelle source de chaleur est employée. Ceux utilisant des rejets thermiques comme ressource sont indiqués de la manière suivante :

 - Les principales industries fournissant de la chaleur résiduelle sont les suivantes : chimie, productions alimentaires diverses, brasserie, cimenteries, raffinerie, production plastique
- En Autriche
 - A Vienne, [une confiserie](#) transfère ses rejets de chaleur au réseau thermique à 80/70°C
 - Une étude portant sur ce type de projets (Moser S. et al., 2023) recense les domaines suivants comme fournisseurs de chaleur résiduelle dans des projets de valorisation dans des réseaux thermiques : brasseries, industrie du bois, cimenteries, usines sidérurgiques, métaux, laiterie, textile, raffinerie, pâte à papier, industrie pharmaceutique, chimique et du verre
- Au Danemark
 - Une usine de papier fournit de la chaleur entre 28°C et 33°C qui est réhaussée à 70°C à l'aide de pompes à chaleur pour un total de 5.2 MW de chaleur livrée au réseau thermique de Skjern ([lien](#), voir page 16)
 - Une usine d'ingrédients alimentaires valorise les rejets de chaleur de son procédé de distillation en partie par échange direct et en partie à l'aide d'une pompe à chaleur. Le réseau est alimenté jusqu'à 85°C. Le payback de ce projet est d'environ 4 ans ([lien](#), voir page 22).
- En Suède
 - [Un site de cultivation d'algues](#) fournit de la chaleur à 16°C au réseau thermique de Gustavsberg

Par ailleurs, un [cadastre national de la chaleur résiduelle](#) (chaleur fatale) est disponible en ligne pour la France .

2. Outils d'évaluation du potentiel

Dans la démarche de recherche d'une source à haut potentiel pour un projet donné, le véritable objectif est de trouver une adéquation judicieuse entre des besoins avérés et suffisamment denses sur le territoire, une proximité géographique avec la ressource et des rejets thermiques accessibles en quantité suffisante et dont la disponibilité est proche de la courbe des besoins. Dans l'idéal, la température du rejet sera plus élevée que le besoin de chaleur et aura un débit massique élevé. La Figure 4 illustre dans la partie bleue les gammes de température auxquelles des rejets de chaleur peuvent se trouver (les rejets industriels pouvant monter jusqu'à plusieurs centaines de degrés). Le présent document concerne en particulier les sources recensées sous le type commercial. Sur la partie droite de la zone orange, sont indiquées à titre indicatif les gammes de températures des différents types de réseaux thermiques.

L'outil d'évaluation préliminaire développé est présenté dans la section 2.1. Il est constitué d'une liste de contrôle où sont indiquées les informations à collecter auprès d'un centre de données ou d'un site industriel, et d'une partie permettant l'évaluation du potentiel. **L'outil est conçu comme une aide à la décision sur le choix de procéder à une étude plus approfondie ou, au contraire, de préférer l'abandon du projet de valorisation du rejet thermique.**

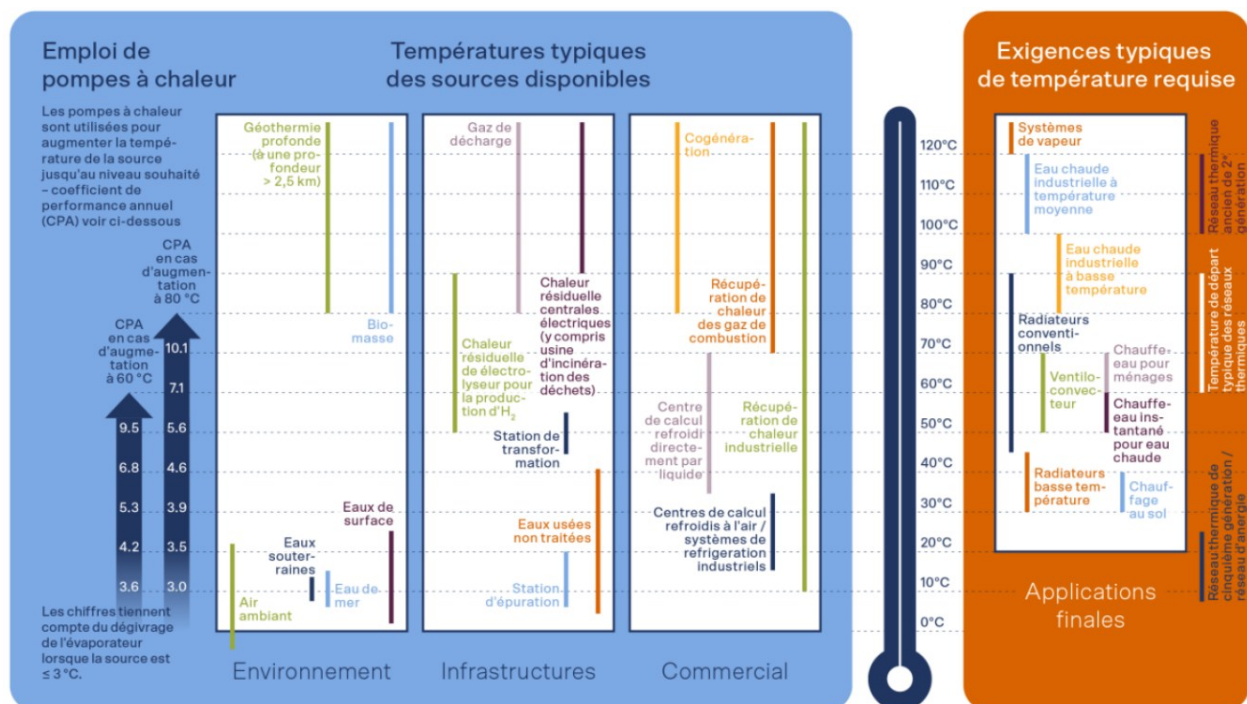


Figure 4 : Plages de température des sources de chaleur et des usages possibles (SuisseEnergie, 2024)

Les obstacles typiques rencontrés dans ce type de projets ainsi que des recommandations pour y remédier sont recensées dans la section 2.2. L'outil d'évaluation se fonde sur ces éléments. Certains aspects seront à adresser au travers des clauses contractuelles. Les contraintes présentées sont spécifiques à l'usage de rejets de chaleur industrielle ou issue de centres de données, les aspects plus généraux liés au développement de projets de réseaux thermiques en général ne sont pas détaillés. Pour de plus amples informations sur le sujet, se reporter aux documents et outils recensés dans le chapitre 5 « Pour aller plus loin ».

2.1 Outil d'évaluation préliminaire

Lorsqu'un site industriel ou un centre de données candidat a été identifié et contacté, l'outil d'évaluation préliminaire élaboré sert de fil rouge durant un entretien avec la personne responsable de l'énergie et offre un soutien dans l'appréciation précoce d'un projet de valorisation de la chaleur résiduelle dans un

réseau thermique. Il est conçu sous la forme d'une **liste de contrôle** contenant les questions pertinentes à l'évaluation du projet et permettant d'anticiper de potentielles difficultés. Une aide à la décision intégrée et basée sur les données récoltées permet d'évaluer le projet de manière préliminaire. Le but est d'identifier très en amont des projets prometteurs qui ont de bonnes chances d'aboutir à des réalisations concrètes économiquement viables, et d'anticiper les cas qui s'annoncent complexes et peu rentables. L'outil d'évaluation préliminaire est disponible en version imprimable dans l'Annexe 5.2.

Cet outil se veut pragmatique et simple. Comme il n'est pas toujours aisé d'obtenir des informations lors d'un premier contact, les critères clé sont recensés. Les éléments abordés ne se limitent pas strictement aux caractéristiques du flux de rejet de chaleur. Des aspects périphériques liés au contexte inscrivent l'évaluation dans une approche globale qui adresse les éléments centraux à considérer.

L'outil propose une évaluation rapide intégrée à la liste de contrôle. Une première partie recense les données de base du projet. Puis dans un premier temps, les « critères éliminatoires » sont passés en revue. La liste des « critères déterminants » orientera ensuite vers une poursuite du projet par la réalisation d'une étude de faisabilité si le projet est jugé prometteur. Dans cette section, chaque critère est à renseigner à l'aide d'étoiles : *** = bon, ** = utilisable, * = plutôt problématique. Ensuite, les « critères d'influence » donnent une indication de la complexité et de l'effort que demandera le projet a priori. Les critères « bonus » qui complètent la liste mettent en lumière des conditions contextuelles avantageuses pour un projet.

Par hypothèse, la connaissance des besoins de chaleur à fournir au travers du réseau et notamment l'assurance d'une densité thermique suffisante de la zone à desservir, est considérée comme un prérequis. Cet aspect est décisif sur la viabilité économique d'un projet de réseau thermique de manière générale.

Les cas évalués comme prometteurs seront à approfondir par une étude de faisabilité complémentaire. Il peut valoir la peine d'étudier un projet même si tous les voyants ne sont pas au vert.

2.2 Contraintes et recommandations

Critères éliminatoires

La disparition prévisible de la source de chaleur résiduelle.

→ Si l'installation qui génère le rejet de chaleur est inefficace et devra être remplacée dans un horizon proche (potentiellement par un équipement plus efficient émettant moins de rejets), cette option devrait être abandonnée. On pourra éventuellement mettre le projet en stand-by dans l'attente des caractéristiques du nouvel équipement.

→ Dans le cas où une délocalisation des activités est prévue, la recherche d'une autre source s'impose.

Le manque d'intérêt d'une entreprise à livrer sa chaleur ainsi qu'une situation où l'implantation locale ou la solidité financière ne sont pas garanties sont des critères éliminatoires.

La distance de raccordement entre la source de chaleur résiduelle et le réseau impacte directement les investissements et la rentabilité du projet. Ainsi une source dotée d'un grand potentiel mais située à une trop grande distance ou avec trop d'obstacles sur le tracé du raccordement ne pourra pas forcément être exploitée de manière rentable.

→ Une formule simplifiée basée sur l'énergie annuelle fournie au réseau est proposée dans l'outil liste de contrôle et d'évaluation. Elle indique la valeur limite admissible dans une première approche⁴.

Aspects temporels

La temporalité des projets est primordiale.

→ Utiliser si possible les synergies offertes lors de phases de travaux chez l'un des acteurs

⁴ Basé sur une limite de rentabilité de 3ct/kWh pour les conduites de raccordement de la source de chaleur au réseau (amortissement sur 10 ans, WACC = 0)

Les durées de vie des installations sont inégales : environ 10 à 15 ans pour un centre de données par exemple, contre 30 à 40 ans pour un réseau thermique (minimum 20 ans).

→ Contrats sur le long terme qui inclut le renouvellement des installations

Aspects économiques et financiers

Le plus grand risque consiste dans le manque de consommateurs raccordés.

→ Des consommateurs avérés d'une densité supérieure à environ 2MWh/an et mètre de conduite de distribution ou 500 à 800 MWh/an/ha sont admis comme suffisants dans une première approche.

L'adéquation entre les caractéristiques du rejet thermique et les besoins de chaleur impacte les coûts d'investissement et d'exploitation (CAPEX / OPEX) :

→ Quantité / puissance de chaleur disponible : nécessité d'une production d'appoint pour compléter la production de chaleur ?

→ Niveau de température du rejet par rapport au besoin : besoin d'installer une pompe à chaleur ?

→ Continuité et différence temporelle entre la disponibilité et le besoin en chaleur : dans une certaine mesure, le recours à du stockage thermique peut offrir une solution.

Préinvestissement pour une étude préliminaire de caractérisation de la chaleur résiduelle si mal connue.

→ Risque financier ne devant pas nécessairement être à la charge de l'industriel, soutien potentiel de la commune ou d'autre acteur impliqué dans le projet.

Les périodes de payback liées aux projets de réseaux thermiques structurants portent une durée plus élevée que les horizons généralement admis par les industries. Les réseaux sont des infrastructures conçues pour durer plusieurs dizaines d'années alors que dans l'industrie des installations de procédé peuvent ou doivent être rentable en 2 à 5 ans. Une large étude menée en Autriche (Moser S. et al., 2023) montre que les projets recensés présentaient des durées de payback de 9 ans en moyenne (comprises entre 3 et 15 ans). Selon (Schützenhofer et al., 2026) au niveau européen, les projets les plus favorables économiquement visent des payback de moins de 5 ans, élément important pour attirer des investisseurs. Le facteur clé reste toutefois un business model solide financièrement et soutenu par un contrat stable et sur le long terme.

La facilité de captation de la source de chaleur résiduelle au sein même du site qui la génère et le type de flux de chaleur résiduelle doivent être interrogés.

→ Dans les centres de données, le type de technologie de refroidissement utilisé est déterminant (Petitpain L., 2024):

- Refroidissement à cœur : récupération facile, forte croissance à venir de ce système
- Freecooling direct : récupération très difficile
- Eau glacée moyenne température avec free chilling : récupération moyennement facile
- Eau glacée basse température : récupération facile
- Détente directe (pour puissance inférieure à 150kW) : non valorisable

→ Sur un site industriel, il est a priori plus simple d'accéder à la chaleur rejetée par les utilitaires (production généralement centralisée de froid, de chaleur ou vapeur) que par les procédés, car ils sont typiquement centralisés et hors des zones dévolues à la production. Le fait qu'ils alimentent divers utilisateurs de chaleur sur le site implique une disponibilité plus large de la chaleur résiduelle. De plus, l'accès est généralement plus aisé. Une intervention dans les procédés n'est souvent pas permise : inacceptable selon le produit, et la mise en œuvre est généralement complexe, en particulier en gardant l'exploitation en fonction.

→ Dans les procédés industriels, les flux de chaleur résiduelle peuvent être de différentes natures. Les rejets liquides sont les plus faciles à capter. Sous forme gazeuse ils sont d'un accès moins aisé et les rejets diffus présentent le plus de difficulté à récupérer. De plus, les caractéristiques du flux de chaleur (abrasif, corrosif, contaminé, toxique, inflammable, ...) ont une influence sur le type de matériau requis et l'entretien par exemple.

Les coûts d'investissement initiaux (potentiellement élevés) n'entrent pas dans les priorités des entreprises industrielles.

- Limiter les investissements initiaux autant que possible ;
- Choisir un business model limitant leur implication financière ;
- Chercher à obtenir un soutien financier étatique ou une subvention.

Aspects techniques et opérationnels

Les aspects techniques constituent rarement une barrière en soi, ce sont plutôt les coûts générés dans un contexte peu favorable qui peuvent mener à l'échec d'un projet.

Les incertitudes concernant la disponibilité et la régularité de la chaleur résiduelle comportent un risque.

- Des données fiables sur les caractéristiques de la chaleur forment une base solide de décision ;
- Les conditions contractuelles devront tenir compte d'une éventuelle variabilité ;
- Une production de secours est généralement prévue d'office dans ce genre de projet afin d'assurer la continuité de la fourniture de chaleur au réseau, ne serait-ce que pour couvrir les interruptions liées aux maintenances sur les équipements, aux vacances ou aux pannes. Cette réflexion se fait dans la phase initiale du projet ;
- Le recours à un système de stockage de chaleur est à évaluer au cas par cas (durée d'interruption, quantité stockable, place à disposition).

L'éventuelle disparition non prévisible de la source de chaleur résiduelle, fait partie intégrante de la planification et de l'évaluation des risques.

- La nouvelle couverture d'assurance sur les risques issue de la LCI offre une protection contre ce risque, pour autant que les critères d'éligibilité soient remplis.

Conditions cadre

Défis liés à la réglementation et à l'octroi de permis : des cadres contractuels normalisés et un soutien politique sont nécessaires pour accélérer l'adoption.

Aspects administratifs

Une certaine réticence des industries à partager des données sensibles sur leurs procédés.

- Il est commun de signer un accord de confidentialité ou de non-divulgence (Non-Disclosure Agreement ou NDA) lors d'échange d'informations avec l'industrie.

Un projet de valorisation de chaleur résiduelle à l'extérieur d'un site industriel dépend fortement de l'aboutissement du processus de négociation par un accord contractuel. La complexité organisationnelle augmente lorsque plusieurs partenaires prennent part au projet.

- Réaliser un accord préliminaire rapidement est fortement recommandé

2.3 Revue d'outils web existants

Plusieurs outils disponibles en ligne sont recensés dans le Chapitre 5 « Pour aller plus loin » dans la section Outil de calcul ou d'aide à la décision où une courte synthèse les présente. Ils ne sont pas tous adaptés à l'usage de chaleur résiduelle dans des réseaux thermiques de différentes typologies tels que pratiqués en Suisse (par exemple à basse température) mais constituent des outils intéressants à utiliser selon leurs avantages propres, tout en gardant du recul sur les résultats obtenus.

3. Moyens pour limiter les risques et surmonter les barrières

3.1 Introduction

Lorsqu'un projet s'avère stratégiquement intéressant et/ou économiquement pertinent, la phase de négociation peut commencer et donner suite, si l'issue est favorable, à la signature d'un contrat de fourniture de chaleur. Il est essentiel qu'une étude de faisabilité technico-économique ait été réalisée sur la base de données fiables avant cette étape.

Cette section traite en particulier des enjeux qui lient l'industrie ou le centre de données avec l'exploitant de réseau thermique pour la fourniture principale ou partielle de la chaleur distribuée au travers de son infrastructure. Le processus de négociation peut parfois s'avérer long, en particulier en l'absence de modèle de contrat. Le recours à une entité faisant office de facilitateur entre les parties prenantes peut être envisagé.

Les sections suivantes présentent des modèles d'affaires et des pistes utiles lors de la rédaction de contrats. Elles offrent des solutions concrètes pour soutenir la réalisation de projets d'utilisation de chaleur résiduelle dans des réseaux thermiques. Ceci donne des idées sur la manière d'aborder la formulation de contrats intéressants pour les deux parties.

3.2 Soutien financier

Il est utile de se renseigner en amont du projet sur les schémas de soutien financiers⁵ qui permettent d'améliorer la rentabilité d'exploitation de la chaleur résiduelle et sur leurs conditions d'obtention. Les aides peuvent varier d'un canton à l'autre et il est à vérifier si un cumul peut être admis.

Du côté des réseaux thermiques, le programme go-climate « Schweizer Wärme 3a » soutient financièrement la création et l'extension de réseaux thermiques renouvelables ainsi que le remplacement d'une production fossiles pour une alternative durable. D'autre part, le remboursement de la taxe CO₂ s'applique aux exploitants qui ont conclu un engagement de réduction de leurs émissions avec la Confédération. Le programme « Réseaux de chaleur » de la Fondation KliK n'accepte aujourd'hui plus de nouveaux projets. Les subsides accordés restent versés annuellement en fonction des tonnes de CO₂ évitées aux projets déjà inscrits et ce jusqu'à 2030. Le programme ProKilowatt soutient la production d'électricité grâce aux rejets thermiques qui peut représenter une alternative à l'usage de la chaleur en tant que telle.

Les clients du réseau pourront bénéficier d'aides⁶ cantonales ou issues du Programme Bâtiments telles que des subventions au raccordement et au remplacement des chauffages fossiles. En l'état, l'avenir de ce dernier est incertain au-delà de 2027. D'autre part, la Loi fédérale sur le climat et l'innovation (LCI) stipule que la chaleur résiduelle décarbonée en substitution d'une autre source peut être valorisée comme réduction du CO₂ émis chez l'acheteur (pas d'impact au bénéfice l'industriel qui cède la chaleur). Afin d'obtenir une subvention selon l'art. 6 LCI, l'entreprise à qui la chaleur est livrée doit avoir réalisé une feuille de route net zéro (volontaire, selon art. 5 LCI).

3.3 Modèles commerciaux

Plusieurs modèles commerciaux existent. Ils se différencient notamment selon l'intérêt et les possibilités des parties concernées à s'impliquer dans le projet et sont résumés ci-dessous (HSLU, Rast L. et al., 2019). Des possibilités de financement alternatives peuvent être envisagées comme le financement participatif, la coopérative ou encore les obligations vertes (Franz M., KWA, 2022).

Partenariat public-privé

Dans ce schéma, les parties prenantes que sont la commune, l'opérateur de centre de données ou l'industrie ainsi que l'exploitant du réseau thermique passent un contrat à long terme portant sur la conception, la

⁵ Des informations sont disponibles sur le site web de l'association RETS : <https://www.thermische-netze.ch/fr/reseaux-thermiques/foerdermittel/>

⁶ Voir les possibilités locales sous ce lien : www.francsenergie.ch

construction, le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de chaleur. La part respective d'investissements et l'étendue des responsabilités de chaque partie est définie contractuellement. Pour des petites et moyennes communes, il est important de ne pas surestimer ses capacités et qualifications. Le métier des contractants professionnels couvre les compétences clés nécessaires dans de tels projets : conception et gestion de projet, construction, exploitation, estimation du risque financier, prise en charge du risque financier, vente de la chaleur.

Réalisation et exploitation par un contractant

Un modèle économique alternatif est celui du contracting, qui consiste à confier à un prestataire externe (par exemple une régie municipale ou un fournisseur de services énergétiques) la planification, le financement, la construction, l'exploitation et la maintenance des installations nécessaires. Ce modèle est particulièrement intéressant lorsqu'il s'agit d'injecter la chaleur produite dans un réseau thermique déjà existant.

Pour l'entreprise industrielle ainsi que la commune, les avantages sont multiples : elle peut se concentrer sur son activité principale, n'a qu'un seul interlocuteur, bénéficie d'une plus grande liberté financière et mobilise moins de ressources internes. Les éventuels revenus issus de la vente de chaleur résiduelle sont prévisibles pendant toute la durée du contrat. De plus, le contractant a tout intérêt à concevoir des installations performantes permettant de valoriser au maximum la chaleur excédentaire.

Réalisation et exploitation par une société créée à cet effet

Même si la valorisation des rejets thermiques ne constitue pas leur cœur de métier, des entreprises y voient un intérêt économique. La création d'une société spécifiquement dédiée à la récupération de la chaleur fatale représente ainsi un modèle d'affaires envisageable.

Prenons l'exemple de Sefar AG, implantée à Heiden : ses procédés de fabrication sont particulièrement énergivores et l'entreprise a déjà entrepris d'importantes démarches pour optimiser son efficacité énergétique. Malgré ces efforts, une part significative de chaleur résiduelle continue d'être générée.

Pour valoriser cette énergie perdue, Sefar AG alimente en partie le réseau thermique de la Commune. Afin de gérer cette activité, elle a cofondé la société Wärmeverbund Bissau GmbH, en partenariat avec EW Heiden AG. La chaleur résiduelle y est fournie gratuitement, mais Sefar AG conserve un fort intérêt économique dans la performance de la valorisation de la chaleur résiduelle inévitable et du réseau de chauffage, grâce à sa participation à hauteur de 50 % dans la société.

Réalisation et exploitation par l'entreprise industrielle ou le centre de données

Les entreprises industrielles sont rarement propriétaires et exploitants de réseaux thermiques. Il existe toutefois des exceptions, comme Flumroc, qui fabrique des produits en laine de pierre dans le village de Flums (SG). Le processus de fabrication produit des quantités considérables de chaleur fatale qui est injectée dans un réseau thermique. Comme souvent, l'entreprise raccorde ses preneurs propres de chaleur : bâtiments de production et administratifs. Mais elle raccorde également, via une conduite de chauffage à distance d'autres entreprises industrielles, des quartiers résidentiels, un bâtiment administratif, un gymnase et des écoles du village de Flums. L'industrie s'occupe elle-même d'exploiter le réseau ainsi que de l'acquisition de nouveaux clients. Elle dispose de chaudières à gaz pour assurer le complément de chaleur et la redondance. La chaleur provenant d'une seule et unique source, l'entreprise développe cette activité de manière totalement autonome, sans intermédiaire, et donc sans érosion de la rentabilité. Ce modèle est réservé aux entreprises qui génèrent des quantités très importantes de chaleur.

Réalisation et exploitation sur un modèle de leasing

Certains projets de valorisation de la chaleur fatale nécessitent des investissements conséquents, avec un capital immobilisé sur le long terme. Leur mise en œuvre suppose donc que l'entreprise dispose de ressources financières suffisantes. Dans ce contexte, le recours à un modèle de leasing peut représenter une alternative intéressante.

Intervention d'un tiers garant

Le tiers garant est une entité tierce située à l'interface entre l'entreprise et l'exploitant de réseau qui acquiert la chaleur résiduelle et la revend à l'exploitant du réseau thermique en portant les risques à la place des deux parties (ADEME, 2023). En général, la production de chaleur de secours est gérée par cette entité.

3.4 Éléments-clés du processus de négociation

Un projet de valorisation de chaleur résiduelle à l'externe d'un site dépend de l'aboutissement du processus de négociation sur un accord contractuel. Un élément clé réside dans la nécessité pour tous les partenaires gravitant autour du projet d'y trouver des intérêts, même s'ils sont différents. De bonnes relations interpersonnelles sont importantes pour développer la confiance. De plus, les acteurs doivent être traités de manière équitable et pouvoir échanger avec transparence. L'écoute et la compréhension des enjeux mutuels amènent plus sûrement à un accord satisfaisant pour toutes les parties impliquées. Chacun doit s'y retrouver vis-à-vis des investissements consentis et de la distribution des revenus. Chercher à imposer ses conditions est souvent vain. De plus, le risque doit être supporté selon un partage clair reflétant les capacités de chaque partie à l'assumer.

De multiples bénéfices peuvent découler de la valorisation de chaleur résiduelle au travers d'un réseau thermique et permettre de soutenir l'acceptation d'un projet par son caractère stratégique. Il est important que la négociation intègre aussi ces éléments et ne porte pas uniquement sur l'aspect économique. On pourra par exemple mettre en avant les arguments suivants :

- Réduction de l'impact environnemental : la chaleur résiduelle est une ressource considérée comme dépourvue d'énergie primaire et exempte d'émissions de CO₂ offrant une solution de décarbonation du parc résidentiel suisse. La valorisation au-travers d'un réseau thermique est particulièrement avantageuse puisque la chaleur résiduelle ne peut pas être transportée par d'autres moyens.
 - o Pour l'exploitant du réseau : La chaleur issue de rejets thermiques est une source locale décarbonée. Ceci contribue à l'atteinte de ses objectifs (imposés ou internes) en termes de durabilité et répond à l'attente de ses clients pour une fourniture respectueuse du climat dans la durée. De plus, chaque chaudière fossile remplacée améliore le bilan de l'inventaire des gaz à effet de serre de la Suisse ;
 - o Pour l'industriel :
 - La chaleur cédée à un tiers (exploitant d'un réseau thermique ou autre entreprise) peut impacter favorablement le bilan énergétique d'un site pour autant que cette opération lui permette de réduire sa consommation en énergie, comme le recours réduit à une tour de refroidissement par exemple. Un Grand Consommateur pourrait définir une mesure intégrée dans ce sens à sa convention d'objectifs ;
 - D'autre part, l'utilisation de chaleur résiduelle (interne et externe) peut être valorisée dans le cadre de la certification selon la norme ISO 14001 dans une approche visant à respecter les obligations environnementales, à promouvoir l'efficacité énergétique et à réduire les émissions de gaz à effet de serre
 - o Pour la commune : l'alignement du projet avec la stratégie municipale ou régionale de développement énergétique et de décarbonation et la création d'emplois qui peut faciliter l'acceptation locale du projet.
- Augmentation de la résilience
 - o Par diversification des sources d'énergie pour un réseau thermique lors du remplacement d'une installation fossile ou en complément de fourniture d'un réseau ;
 - o Pour l'exploitant du réseau et les clients : le coût de la ressource est en principe moins sujet aux fluctuations de prix que les systèmes de chauffages basés sur les énergies fossiles et donc plus prévisibles sur le long terme.
- Valeur économique de la chaleur
 - o Pour l'exploitant du réseau : la chaleur est fournie à un prix avantageux voir nul

- Pour l'industriel : elle constitue une potentielle source de revenu annexe et peut éventuellement contribuer à réduire ses coûts d'évacuation de la chaleur. C'est notamment le cas pour un centre de données ;
- Visibilité et communication
 - Pour l'industriel comme pour l'exploitant du réseau : un renforcement de l'image positive vis-à-vis de la valorisation de la chaleur résiduelle qui aurait été autrement gaspillée et dissipée dans l'environnement. Ceci offre un élément publicitaire et de marketing améliorant la visibilité de la coopération locale.
- Amélioration de l'efficacité du système de production
 - Par exemple en complément d'un chauffage à bois : une synergie saisonnière pourrait consister à arrêter complètement la chaudière en été dans la période où elle fonctionne à charge partielle en valorisant les rejets thermiques de machines de froid qui fonctionnent de manière accrue durant cette période.

3.5 Aspects contractuels

3.5.1 Rôle et importance du cadre contractuel

Les aspects contractuels jouent un rôle central dans la mise en œuvre des projets de valorisation de chaleur résiduelle. Le contrat établit la répartition claire des responsabilités techniques, financières et juridiques entre les acteurs (industriel, exploitant du réseau, commune, tiers investisseur) et définit les conditions de fourniture et d'exploitation de la chaleur.

Il est crucial d'engager le fournisseur de chaleur résiduelle sur le long terme. Ceci assure une stabilité financière et garantit la confiance nécessaire pour les investissements. La durée d'exploitation d'un réseau de distribution de chaleur se compte en dizaines d'années alors que les activités industrielles ou des centres de données ont une vision à plus court terme, avec des durées de payback généralement comprises entre 2 et 8 ans. Une option est de prévoir le prolongement tacite du contrat avec des possibilités de sortie moyennant un préavis raisonnable. Fixer une période initiale de quelques années avant toute sortie possible semble judicieux. L'analyse des risques se fera en conséquence. Une autre option est de proposer une révision périodique de certains termes du contrat. Ceci peut permettre de mettre à jour les conditions en cas de variation de la quantité ou de la puissance de chaleur fournie, de sa température et du prix de rétribution convenu. L'ajustement permettra aussi d'adapter les conditions à l'évolution du développement du réseau. Ceci pourrait être initié dans le cas d'une réduction des besoins de chaleur à fournir au-dessous d'un certain seuil par exemple.

3.5.2 Processus et bonnes pratiques

L'expérience montre qu'un processus progressif, fondé sur la confiance et la transparence, favorise la réussite des projets :

1. Accord de confidentialité (NDA) – première étape généralement nécessaire à tout échange de données techniques ou économiques ;
2. Echange de données de base - permettant une évaluation préliminaire du potentiel ;
3. Convention de principe – cadre général fixant les objectifs, les rôles et les limites de responsabilités. Il peut être avantageux d'élaborer un contrat préliminaire concernant les aspects organisationnels et commerciaux. Il sera affiné par la suite lorsque les conditions seront mieux définies en fonction du développement du projet ;
4. Étude de faisabilité technique et économique – validation du concept et des conditions d'exploitation ;
5. Contrat de réalisation et d'exploitation – définition précise des livrables, responsabilités, financement et modalités de facturation.

Cette approche par étapes, appliquée dans la pratique, permet de sécuriser le dialogue entre partenaires tout en réduisant la charge administrative initiale.

3.5.3 Définition des interfaces et responsabilités

La définition des interfaces est un élément fondamental du contrat. Elle précise pour chaque étape du projet les limites physiques et fonctionnelles des installations (extraction, transport, stockage, appoint/secours) entre les partenaires concernant les investissements ainsi que les responsabilités respectives typiques ou encore le comptage et la facturation. Celles-ci peuvent évidemment varier en fonction du modèle d'affaire choisi (voir § **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) :

- Industriel ou centre de données comme simple fournisseur de chaleur résiduelle : responsable du maintien de ses installations de récupération de chaleur jusqu'au point d'échange ; aucune interférence avec son procédé industriel n'est généralement tolérée ;
- Exploitant du réseau : responsable du transfert, du stockage et de la distribution de la chaleur dans le réseau ; il prend en charge l'exploitation et la maintenance des équipements aval ;
- Autre définition de la frontière : certaines configurations prévoient un partage des investissements et/ou de la maintenance des équipements (par exemple échangeur, pompe à chaleur ou stockage) qui sont alors financés conjointement ou répartis entre les acteurs. Ce montage de participation mixte reflète une logique de co-investissement et renforce la stabilité du partenariat.

Les exemples suivants pratiqués en Suisse illustrent la diversité des approches :

- Un centre de données a financé les pompes à chaleur dont l'exploitant du réseau rembourse progressivement l'investissement tout en assurant la maintenance et l'achat d'électricité.
- Un partenaire industriel a pris en charge la conception et la réalisation sur son site, tandis que l'entreprise énergétique a financé le raccordement et gère l'exploitation du réseau.

La part d'investissement prise en charge par l'industriel varie entre 0 et 100 %, selon son intérêt stratégique. Les entreprises sont généralement plus enclines à participer à des projets lorsque ceux-ci n'impliquent pas de coûts initiaux ni d'immobilisation de capital. La répartition des investissements influence directement le prix de rétribution du kWh et peut être calibrée pour aboutir à un temps de retour sur investissement équivalent entre les deux parties.

3.5.4 Typologie des clauses contractuelles

Du point de vue contractuel, plusieurs types de clauses clés peuvent contribuer à lever les principales barrières rencontrées. Afin d'illustrer concrètement les différents modèles de coopération identifiés, cette section inclut des exemples théoriques de clauses applicables aux projets de valorisation de chaleur résiduelle dans des réseaux thermiques. Ils sont issus des résultats d'ateliers, d'entretiens et de retours d'expérience collectés dans le cadre d'un questionnaire et sont structurés par thématiques. Les exemples proposés constituent un outil pratique pour faciliter les négociations et accélérer la concrétisation des projets de valorisation de chaleur résiduelle en Suisse. Ces clauses n'ont pas valeur juridique mais visent à orienter la rédaction de contrats futurs en mettant en évidence les points critiques à formaliser et les leviers permettant de lever les principales barrières identifiées.

a) *Clause de confidentialité*

La pratique de signature d'un accord de non-divulgence (NDA) est courante dans le domaine industriel. Particulièrement importante pour les centres de données ou les sites à procédés sensibles, elle couvre la non-divulgence d'informations permettant de caractériser la localisation, les puissances ou les volumes de chaleur résiduelle. Ceci est souvent demandé avant les premiers échanges de données.

→ Barrière levée : réticence des fournisseurs à partager des données techniques.

Clauses type :

- « Les données techniques relatives à la production, aux volumes de chaleur fournis ou à la localisation précise du site sont considérées comme confidentielles.
- Aucune publication ou communication externe ne peut mentionner le nom du fournisseur sans son accord préalable écrit. »

Cette exigence est particulièrement importante pour les centres de données et de nombreux sites industriels. Elle répond à un frein récurrent identifié dans les entretiens : la crainte de divulgation d'informations sensibles pouvant compromettre la sécurité ou la compétitivité du fournisseur.

b) *Clauses évolutives et avenants*

Les projets s'étendent souvent sur plusieurs années. Une convention-cadre simplifiée (3–5 pages) fixant initialement les principes de collaboration, suivie d'un contrat détaillé précisant les prestations et les responsabilités peut s'avérer utile. Des avenants sont ajoutés au besoin au fil de l'évolution du projet.

→ Barrière levée : complexité administrative et rigidité contractuelle.

c) *Répartition des investissements et des responsabilités*

Le contrat prévoit la répartition des investissements et précise l'étendue des responsabilités afin d'éviter toute ambiguïté concernant la maintenance liée à chaque composant ou le comptage de chaleur par exemple. Les pénalités sont rares : la logique repose sur la coopération et le partage équitable des aléas. La responsabilité concernant le système de production de secours est par ailleurs à définir afin de garantir la continuité du service public.

→ Barrière levée : incertitude économique et responsabilité juridique.

→ Barrière levée : risque d'interruption de fourniture de chaleur.

Clause type :

- « Les parties conviennent que les investissements liés à la récupération et au transfert de la chaleur résiduelle soient répartis selon le schéma suivant :
 - L'industriel finance les installations situées sur son site jusqu'au point d'échange (échangeur, pompes, instrumentation) ;
 - L'exploitant du réseau prend en charge les infrastructures aval (conduites de transport, centrale de pompage, stockage) ;
 - En cas d'investissement conjoint, un accord spécifique définit les quotes-parts de financement et les modalités d'amortissement.
- Les parties conviennent que la propriété des équipements reste attribuée à celui qui en a financé l'installation. »

Les interfaces doivent être définies explicitement. Dans certains modèles observés, la répartition est ajustée pour obtenir un temps de retour sur investissement équivalent entre l'industriel et l'exploitant, favorisant ainsi la symétrie du risque.

d) *Clause de rétribution ou de bonus*

La rétribution se fait typiquement par kWh à un tarif qui dépend souvent de la part d'investissement assumée par l'industriel. Plus l'industrie consent à endosser de risques ou de garanties, plus la rétribution sera élevée. La chaleur est parfois livrée gratuitement, ou à un prix symbolique pour reconnaître la contribution environnementale du fournisseur.

L'industriel peut s'engager à fournir la chaleur "si disponible", sans obligation de continuité. Cette approche, évite d'imposer des contraintes de production et facilite l'adhésion du fournisseur de chaleur résiduelle.

→ Barrière levée : crainte d'engagement contractuel ou de pénalités en cas d'arrêt de production.

Un arrangement complémentaire tel qu'un « take-or-pay » pourrait être appliqué par exemple dans le cas d'un centre de données où l'évacuation de la chaleur est un besoin fondamental. Une quantité de chaleur dont la reprise est garantie pourrait aussi être définie. D'autre part, un mécanisme d'incitation peut être prévu : par exemple au travers d'un bonus lorsque l'optimisation de la maintenance réduit la durée d'interruption de fourniture par rapport à un état de référence défini et diminue ainsi les coûts d'exploitation du réseau.

→ Barrière levée : manque d'intérêt économique pour l'industriel.

Clause type :

- « La chaleur livrée est rémunérée à un tarif de base fixé à X CHF/MWh. »
- Ce tarif peut être :
 - Indexé sur le prix de l'énergie primaire de référence (gaz, électricité ou inflation),
 - ou fixé pour une durée contractuelle de N années (plus intéressant si le contrat porte sur une durée plus longue) ;
 - ou différent entre les périodes avant / après amortissement des investissements (voire nul dans la première période). ;
 - Des ajustements peuvent être appliqués selon la température effective fournie, la régularité de la livraison ou la capacité à couvrir les pointes de demande. »

Cette approche permet d'adapter le modèle économique à la qualité de la chaleur fournie et au niveau d'implication financier de chaque partenaire. La rétribution est généralement plus élevée si un investissement financier est consenti par le centre de données ou l'industrie ou si le niveau de température de la chaleur résiduelle est plus élevé. Dans plusieurs projets suisses, la chaleur est fournie gratuitement lorsque l'exploitant a assumé l'intégralité des coûts d'infrastructure, l'industriel bénéficiant alors d'une valorisation de son image environnementale ainsi que d'une économie sur ses frais d'élimination de la chaleur.

Il est important de clarifier et définir également les responsabilités pour le comptage de la chaleur.

e) Accès et utilisation des infrastructures

Ce type de clause permet de clarifier les droits d'accès et les obligations de coordination sur des sites à contraintes élevées (zones sécurisées).

Clause type :

- « L'accès aux infrastructures de récupération et de transport est garanti à l'exploitant du réseau pour toute opération de contrôle, maintenance ou modernisation, sous réserve de la sécurité et de la continuité des activités industrielles.
- Les conditions d'accès sont définies conjointement afin de ne pas perturber les procédés du fournisseur de chaleur. »

f) Gestion des risques et fin de contrat

Cette disposition formalise la gestion de fin de vie du contrat, un point souvent négligé.

→ Barrière levée : réduction des risques d'interruption de service et de pertes financières liées à la cession des activités générant le rejet thermique.

Clause type :

- « En cas de cessation d'activité, de vente du site industriel ou de modification du procédé entraînant une réduction significative de la chaleur disponible, le fournisseur s'engage à notifier l'exploitant au moins six mois à l'avance.
- L'exploitant conserve la possibilité de poursuivre l'exploitation du réseau au moyen d'une source alternative, potentiellement à la charge du site générant les rejets thermiques ;
- À la fin du contrat, les parties s'accordent sur la reprise, la cession ou la neutralisation des installations selon un plan de désengagement défini au préalable. »

Dans certains cas, il peut être utile que l'exploitant du réseau achète aussi certaines parties d'un bâtiment ou acquiert un droit de passage inscrit au registre foncier afin de protéger son investissement en cas de cession de l'entreprise.

Outre les relations contractuelles entre les divers acteurs d'un projet, la récente Directive sur la couverture des risques découlant de la Loi sur le climat et l'innovation (LCI) est destinée aux réseaux thermiques et aux accumulateurs de chaleur longue durée. Elle adresse le risque financier lié aux investissements dans les infrastructures publiques nécessaires pour atteindre l'objectif national de zéro net (OFEN, 2025).

→ Barrière levée : pour les réseaux, atténuation du risque financier lié à la disparition de la source de chaleur ou de clients majeurs (voir conditions)

Les exploitants ou propriétaires d'infrastructures publiques (cantons, villes, communes ou entreprises) sont habilités à déposer une demande. Les risques pouvant être couverts sont les suivants :

- Réseaux thermiques
 - o Limitation ou défaillance durable de la source d'énergie thermique
 - o Abandon de l'acquisition d'énergie thermique par un ou plusieurs clients représentant une puissance d'au moins 2 MW ou de plus de 20% de la totalité de la production d'énergie thermique.
- Accumulateurs thermiques de longue durée
 - o Abandon de la double utilisation de la surface d'un système de stockage en fosse impliquant une perte de recettes ou nécessitant des investissements pour une transformation
 - o Efficacité de stockage annuelle inférieure de plus de 15% aux prévisions pour des raisons imprévisibles

Des couvertures de risques sont accordées à hauteur de maximum 50% des coûts imputables et plafonnées à hauteur de 5 millions par réseau thermique ou accumulateur thermique de longue durée. La couverture est limitée à quinze ans après la mise en service.

Les exigences minimales pour l'éligibilité des projets et les critères d'exclusion sont détaillés dans la directive. Le document détaille ce qui est entendu par coûts imputables, présente la procédure de dépôt des demandes et d'adjudication ainsi que la marche à suivre en cas de survenance du risque. Les demandes doivent être effectuées d'ici au 30 août 2030 au plus tard. Un délai de trois ans est accordé pour la mise en service.

Au moment de la rédaction du présent document, aucun des risques couverts ne s'est encore produit pour un réseau thermique bénéficiant de cette subvention. L'exemple concret suivant illustre toutefois un cas en Suisse où cette assurance aurait pu apporter un soutien financier :

- Le réseau thermique d'Uetikon am See (AEW Energie AG), en opération depuis 2013, alimente tous les bâtiments publics de la commune ainsi que des clients privés. A l'origine c'est la chaleur résiduelle contenue dans les eaux usées industrielles de Zeechem AG qui constituait la source thermique de ce réseau. Quelques années plus tard, l'entreprise a fermé, supprimant ainsi la source du réseau. Les investissements réalisés n'ayant pas pu être rentabilisés, la situation était critique mais une solution a pu être trouvée. Depuis 2020 c'est l'eau du lac de Zurich qui est exploitée comme source alternative pour plus de 80% de la chaleur fournie aux bâtiments desservis (Gemeinde Uetikon am See, 2020).

Note : Certains opérateurs prévoient des clauses de flexibilité permettant d'adapter les modalités contractuelles si la nature du rejet ou la technologie de valorisation évolue au cours du projet.

3.5.5 Usage du sous-sol

La réalisation d'un réseau thermique nécessite la pose de conduites. Sur le plan juridique, une concession pour l'utilisation du sous-sol public doit être abordée dès le début du projet et signée rapidement. Elle comprend le périmètre géographique du projet, la part des énergies renouvelables, la clientèle prévue. C'est une condition nécessaire pour lancer des études plus détaillées.

3.5.6 Enseignements et recommandations

Les retours d'expérience confirment qu'il est illusoire de chercher à appliquer un modèle contractuel unique pour la valorisation de chaleur résiduelle : chaque projet doit être élaboré sur mesure.

Les contrats les plus performants combinent :

- **Flexibilité pour l'industriel (aucune contrainte de production) ;**
- **Sécurité pour l'exploitant (garantie de service et plan de secours) ;**
- **Transparence sur les coûts et les bénéfices mutuels.**

La qualité du partenariat humain et institutionnel demeure enfin le principal facteur de réussite : la confiance constitue la clé de la valorisation durable de la chaleur résiduelle.

4. Conclusions et perspectives

La valorisation de la chaleur résiduelle issue des industries et des centres de données représente un levier majeur pour accélérer la décarbonation du chauffage en Suisse et soutenir le développement des réseaux thermiques. Les rejets de chaleur constituent une ressource locale dont l'usage devrait être prioritaire et représente un potentiel important permettant d'améliorer l'efficacité globale et de renforcer la résilience du système énergétique. Les communes ont un rôle clé à jouer dans la détection d'opportunités, la capacité à mobiliser les acteurs et faciliter les projets.

Des obstacles de différentes natures freinent toutefois ces entreprises et le potentiel national reste encore largement inexploité. Les projets analysés montrent pourtant que la valorisation de chaleur résiduelle est techniquement maîtrisée et s'avère économiquement viable dans de nombreux cas. Elle nécessite toutefois un alignement fort entre les acteurs, une vision territoriale cohérente et un cadre contractuel robuste.

Les cadastres de chaleur résiduelle constituent un outil stratégique d'aide au développement de projets de réseaux thermiques alimentés par cette ressource, que ce soit complètement ou partiellement. Les rejets thermiques devraient être intégrés systématiquement dans la planification énergétique territoriale par exemple. Ceci permet en effet l'identification rapide de potentiels proche des zones à forte densité de besoins thermiques. Le recensement des rejets de chaleur est encore inégal et nécessite d'être consolidé sur le territoire Suisse. Les besoins exprimés portent aussi sur la simplification des procédures d'autorisation pour la réalisation des réseaux thermiques, des accumulateurs de chaleur et dans le cadre de projets inter-communaux. Les schémas de soutien financier constituent par ailleurs des aides parfois nécessaires à la concrétisation de projets. Des mécanismes prévisibles sur le long terme seraient appréciés.

Les retours d'expérience montrent que la phase initiale d'identification et de caractérisation de la ressource est fondamentale. L'évaluation préliminaire de l'adéquation entre la chaleur résiduelle disponible et les besoins ainsi que sur diverses contraintes est structurée dans la *liste de contrôle et d'évaluation*. Cet outil a pour but d'éviter des études coûteuses sur des projets peu prometteurs.

Le présent document constitue aussi un recueil de recommandations utiles dans la phase du processus de négociation et concernant les aspects contractuels. La nouvelle couverture des risques liées à la LCI constitue par ailleurs une avancée majeure pour sécuriser les investissements et réduire la vulnérabilité des réseaux face à la disparition d'une source ou d'un client clé.

5. Pour aller plus loin

Les ressources présentées dans ce chapitre sont des références permettant d'approfondir les sujets traités. Elles sont structurées par thème d'intérêt.

5.1 Documentation thématique

Chaleur résiduelle industrielle

- A. **Leitfaden zur industriellen Abwärmenutzung**, HSLU sur mandat de l'OFEN (2026)
 - Guide sur l'utilisation de chaleur résiduelle des industries en Suisse, entre autres dans les réseaux thermiques
- B. **Récupération de chaleur et utilisation des rejets thermiques**, Ravel dans le domaine de la chaleur Cahier 2, Office fédéral des questions conjoncturelles (1995)
 - Document traitant des composants, principes, planification, construction et exploitation de la récupération et de l'utilisation rationnelle des rejets thermiques. Un aide-mémoire pratique pour l'évaluation de l'adéquation entre source et utilisateur de chaleur et des points clé dans la recherche de solutions complète le document.
- C. **La chaleur fatale**, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie (ADEME) (2017)
 - Informations sur le thème de la chaleur résiduelle et de sa valorisation. Données chiffrées relatives à la France.
- D. **Abwärmenutzung im Betrieb Klima schützen – Kosten senken**, Bayerisches Landesamt für Umwelt (2012)
 - Ce document détaille les principales sources de chaleur fatale, les facteurs à prendre en compte pour une valorisation efficace et les différentes technologies de récupération et d'utilisation. Des exemples concrets, des critères d'évaluation économique et des check-lists pratiques sont proposés pour aider les entreprises à identifier, planifier et mettre en œuvre des solutions adaptées de valorisation de la chaleur fatale.
- E. **Evaluation du potentiel technico-économique de valorisation des rejets thermiques au Québec**, Polytechnique Montréal (2024)
 - Démarche de quantification et d'évaluation technico-économique de la valorisation de rejets de chaleur

Chaleur résiduelle des centres de données

- F. **Abwärmenutzung von Rechenzentren – Potenzialstudie und Empfehlungen für Betreiber und Gemeinden**, eicher+pauli sur mandat de SuisseEnergie (OFEN) (2023)
 - Description des différents types de centres de données, caractéristiques du potentiel des rejets de chaleur et leur usage dans des réseaux thermiques à haute ou basse température. Valeurs de coûts indicatives et exemples de calcul économique.
- G. **Valoriser sur son territoire la chaleur fatale des data centers – Cahier technique à destination des collectivités**, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'énergie (ADEME) (2023)
 - Présentation des caractéristiques, enjeux et démarches de la récupération de chaleur résiduelle des centres de données pour un usage dans les réseaux thermiques.
- H. **Efficacité énergétique des centres de données: conseils utiles à l'attention des cantons et communes** : [Centres de données – conseils pour les cantons et les communes](#) (SuisseEnergie)
 - Page d'information adressée aux collectivités publiques qui présente les enjeux et les conditions cadres qui entourent cette thématique. Des exemples pratiques de cas réalisés illustrent le propos.

Réseaux thermiques

- I. **La chaleur à distance en bref**, HSLU sur mandat de l'EnFK (2019)
 - Fiche d'information présentant les différents types de réseaux thermiques ainsi que les technologies requises selon la température d'exploitation. Les principaux enjeux, avantages et inconvénients sont présentés.

- J. **Guide Chauffage à distance / froid à distance**, Association suisse du chauffage à distance sur mandat de SuisseEnergie (2022)
 - Guide à l'attention des initiateurs, investisseurs et maîtres d'ouvrage de projets de réseaux thermiques, aux planificateurs en chauffage et génie civil ainsi qu'aux exploitants. Le document présente le contexte et les conditions cadre. Il couvre les aspects marketing et clients, le déroulement d'un projet et les volets techniques et de rentabilité. Les thématiques de l'exploitation ainsi que les questions juridiques sont traitées. Un recueil d'exemples pratiques complète ce guide.
- K. **Livre blanc Le chauffage à distance en Suisse – Stratégie ASCAD, Perspectives à long terme de l'efficacité énergétique renouvelable dans le chauffage de proximité et à distance en Suisse**, Rapport final phase 2 : analyse SIG et étude des potentiels

Pompes à chaleur et valorisation de chaleur résiduelle dans les réseaux

- L. **Wärmepumpen in Thermischen Netzen – Referenzblatt**, SuisseEnergie (2020)
 - Fiche informative sur le sujet des pompes à chaleur dans les réseaux thermiques
- M. **Waste heat and heat pumps for district heating – Planning Guidelines for small district heating**, Interreg Central Europe ENTRAIN (2021)
 - Document synthétique sur les enjeux des pompes à chaleur et leur usage dans les réseaux de petite dimension alimentés par de la chaleur résiduelle.
- N. **Heat pumps in DH and DC systems - Task 4 Implementation barriers, possibilities and solutions**, IEA DHC Annex 47(2019)
 - Vue d'ensemble des barrières et des pistes de solutions à l'intégration de PAC dans les réseaux thermiques

Stockage thermique

- O. **Fiche d'information sur le stockage de chaleur**, Office fédéral de l'énergie (2022)
 - Synthèse des types d'accumulateurs saisonniers existants, des enjeux et du potentiel de ces systèmes en Suisse.
- P. **Fokusstudie Saisonale Wärme-speicher – Stand der Technik und Ausblick**, Forum Energiespeicher Schweiz, M. Haller et al., SPF HSR (2019)
 - Etat des lieux des technologies de stockage thermique saisonnier à basse et haute température. Développements en cours et comparaison des technologies et des coûts.
- Q. **Einsatz von thermischen (saisonalen) Speichern in thermischen Netzen**, Programme « Réseaux thermiques » de SuisseEnergie, K.-H Schädle et al. sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (2018)
 - Le stockage à long terme apporte de la flexibilité et sert généralement à stocker la chaleur produite à partir de sources renouvelables. Il permet de déphaser de plusieurs mois le recours à la chaleur accumulée mais permet aussi de lisser des pics ou pallier les temps d'arrêts du générateur de chaleur. Ce document présente l'état de la pratique et fournit des indications et recommandations sur le thème des accumulateurs saisonniers en relation avec les réseaux thermiques, en particulier sur les aspects des technologies et la conception des systèmes.
- R. **Handbuch Energiespeicher**, SCCER Heat and Electricity Storage, supporté par Innosuisse, PSI (2020)
 - Recueil d'informations sur les stockages thermiques, mais aussi électrique et chimique, à court et long terme
- S. **Saisonale Wärmespeicher : attraktiv und dennoch vernachlässigt**, Prof. Dr. J. Worlitschek, présentation lors du Forum table ronde sur les stockages d'énergie en Suisse (2022)
 - Présentation des enjeux, exemples concrets et chiffres clés
- T. **Stockage de courte durée**, Programme « Réseaux thermiques » de SuisseEnergie, Haute école de Lucerne sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (2017) – *en allemand*

- Dans le cadre des réseaux thermiques, les accumulateurs de chaleur (ou de froid) de courte durée peuvent être utilisés pour augmenter l'efficacité et optimiser le système. Ils permettent de compenser les fluctuations d'offre et de demande et sont utilisés pour accumuler de la chaleur durant quelques heures ou jours. Le rapport présente les possibilités d'utilisation et des indications pour la conception et le dimensionnement.

5.2 Outils de calcul ou d'aide à la décision

- U. **Outil Abwärmenutzung aus Rechenzentren** : [Bytes2Heat | Tools](#) (Agence régionale pour les technologies environnementales et l'efficacité des ressources du Bade-Wurtemberg)
 - Outil pratique pour obtenir un premier aperçu de la rentabilité des projets de valorisation de chaleur des centres de données
 - Utilisation de la chaleur vaut la peine selon le cas pour un usage à < 1km, idéalement < 500m
- V. **Projet WasteHeat Toolbox** au niveau européen : ([Green Heat](#))
 - Site web avec outils de soutien aux investisseurs potentiels pour tous types d'utilisation y compris l'injection dans les réseaux thermiques
 - **Outil Investment Decision Support System**
Compare les solutions ORC / ABS (froid) / HE / District heating / HP / MATCH (ORC+DH)
 - Option réseau thermique proposée seulement si le profil d'émission est continu, la température de min 200°C et la longueur du réseau de max 500m
 - i. Pas de réseau à basse température envisagé
 - ii. Stockage de chaleur longue durée considéré comme non rentable a priori
 - iii. Option PAC correspond à une augmentation locale de la température pour usage in situ, pas lié à un réseau thermique
- W. **Outil Waste heat calculator** : [Waste Heat Calculator - Info Center UmweltWirtschaft](#) (Bavarian environment agency)
 - Cet outil en ligne permet de calculer les rejets de chaleur sur les installations de génération d'air comprimé, de production de froid, de fumées, d'air issu de procédés, de rejets d'eau et de systèmes de conditionnement de l'air. La finalité de l'outil vise un usage propre de la chaleur (préparation d'eau chaude sanitaire, chauffage au sol et préchauffage d'air), il n'évalue donc pas la connexion à un réseau thermique
 - L'outil donne des indications sur la viabilité économique de projets de récupération en termes d'investissements pour une période de payback donnée
- X. **FAST DHC Feasibility assessment tool for district heating and cooling** [IEA District Heating and Cooling](#) (Austrian Institute of technology)
 - Cet outil a pour but de comparer la faisabilité économique de diverses configurations de réseaux en définissant la demande et la source de chaleur. Des paramètres modifiables permettent de modéliser une situation et comparer économiquement la solution d'un réseau thermique de 4^{ème} génération avec un réseau source (avec PAC délocalisées) ou encore des solutions individuelles.

5.3 Mitigation des risques et aspects contractuels

- Y. **Risiken bei Thermischen Netzen**, Programm « Thermische Netze », D. Hangartner et J. Ködel HSLU, energieschweiz (2018)
 - Le rapport identifie les risques liés à la mise en place de réseaux thermiques pour les principaux acteurs (clients, communes, exploitants et fournisseurs de chaleur), en les classant selon les phases du projet et en les illustrant par des matrices de risques. Il met en évidence que, bien que la technologie soit éprouvée, les risques financiers restent prédominants et doivent être équilibrés entre les parties prenantes pour garantir la viabilité

du projet. Une analyse probabiliste, notamment via une simulation Monte-Carlo, est proposée pour évaluer les impacts financiers des risques et aider à la prise de décision stratégique.

Z. Using industrial waste heat in district heating : insights on effective project initiation and business models, S. Moser et G. Jauschnik, Sustainability 2023, 15, 10559, <https://doi.org/10.3390/su151310559>

- L'étude analyse 21 cas autrichiens de récupération de chaleur industrielle au travers de réseaux thermiques, et met en lumière les facteurs de succès liés à l'initiation des projets, aux modèles économiques et à la gestion des risques. Les résultats montrent que des relations personnelles solides, la transparence dans les négociations et des interfaces claires entre les partenaires sont essentielles pour une coopération efficace, avec une tarification généralement basée sur le kWh et des contrats adaptés aux responsabilités et aux investissements. Les projets sont souvent déclenchés par des changements majeurs dans les entreprises partenaires, et bien que les périodes de retour sur investissement soient parfois longues, des motivations telles que l'image durable ou l'ancrage local justifient leur mise en œuvre.

AA. Couverture des risques liés aux réseaux thermiques et aux accumulateurs thermiques de longue durée – Directive du 1^{er} janvier 2025, Office fédéral de l'énergie OFEN (2025)

- Cette directive décrit les couvertures des risques prévues aux art. 21 à 27 de l'ordonnance sur la protection du climat (OCI) conformément à l'art. 7 de la loi sur la protection du climat (LCI). Elle explique la procédure et les exigences ainsi que comment les demandes de couverture des risques liés aux infrastructures sont déposées et évaluées.

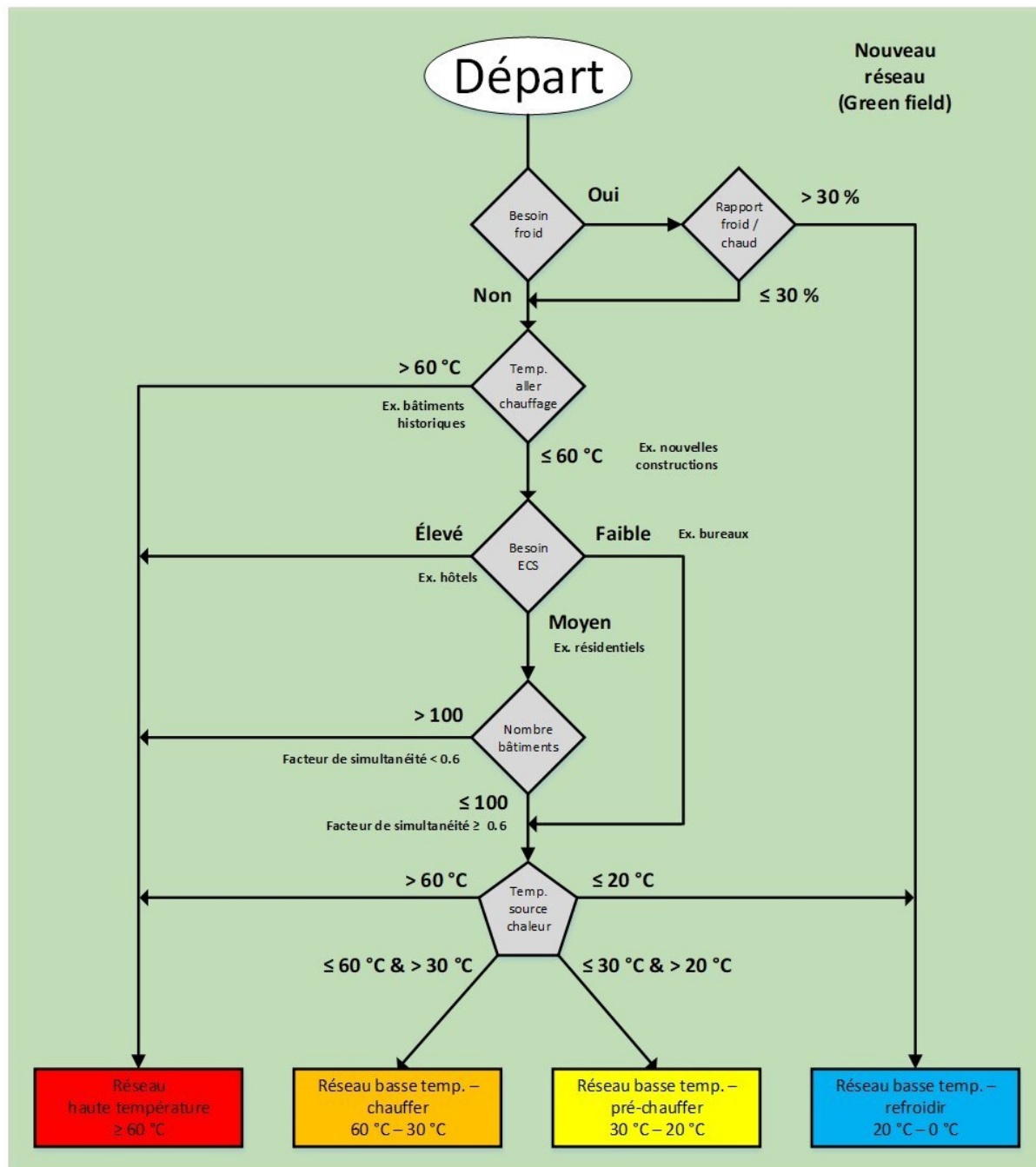
Références

- ADEME. (2017). *La chaleur fatale*. ADEME Editions.
- ADEME. (2023). *Valoriser sur son territoire la chaleur fatale des data centers - Cahier technique - À destination des collectivités*. Agence de la transition écologique.
- Bahadori R. et al. (2025). *Modernizing District Heating Networks: A Strategic Decision-Support Framework for Sustainable Retrofitting*. Récupéré sur MDPI: <https://doi.org/10.3390/en18143759>
- cemsuisse. (2021). *Feuille de route 2050 - Objectif : ciment climatiquement neutre*.
- CREM, Kuchler F. (2012). *Identification des rejets thermiques en Valais*. Service de l'énergie et des forces hydrauliques du Canton du Valais.
- eicher+pauli, Kulemann et al. (2023). *Abwärmenutzung von Rechenzentren - Potenzialstudie und Empfehlungen für Betreiber und Gemeinden*. EnergieSchweiz.
- Elcimaï Environnement et APL Datacenter. (2023). *Valoriser sur son territoire la chaleur fatale des data centers*. ADEME.
- energie360°. (2022). *Chaleur résiduelle industrielle: un «déchet» à fort potentiel*. Récupéré sur <https://www.energie360.ch/fr/magazine/chauffer-et-refroidir/utilisation-chaleur-residuelle/>
- enova. (2009). *Utnyttelse av spillvarme fra norsk industri - en potensialstudie*.
- Franz M., KWA. (2022). *LIFE4HEAT RECOVERY*. Récupéré sur Report on risk assessment and financing schemes elaborated - Action C.5: <https://www.life4heatrecovery.eu/Resources/>
- Gemeinde Uetikon am See. (2020). *Heizen mit erneuerbarer Energie aus dem Zürichsee*. Récupéré sur <https://www.uetikonamsee.ch/aktuellesinformationen/1010621>
- Hirzel et al. (2013). *Industrielle Abwärmenutzung - Kurzstudie*. Frauenhofer-ISL.
- Holzleitner-Senck et al. (2026). *ReduzAb CO2-Emissionen REDUZieren durch ABwärme*. Bundesministerium Innovation, Mobilität und Infrastruktur, Österreich.
- HSLU, Rast L. et al. (2019). *Leitfaden zur industriellen Abwärmenutzung*. Office fédéral de l'énergie.
- Interreg. (2025). *District heating transformation and waste heat utilisation*. Récupéré sur <https://green-heat.net/>
- Kantor et al. (2018). Thermal profile construction for energy-intensive industrial sectors. *Proceedings of ECOS 2018*. Guimarães, Portugal.
- Moser S. et al. (2023). Using Industrial Waste Heat in District Heating : Insights on Effective Project Initiation and Business Models. *MDPI*.
- OFEN. (2018). Fiche d'information sur les rejets de chaleur pour l'utilisation des instruments de politique énergétique et climatique. Office fédéral de l'énergie.
- OFEN. (2022). *Fiche d'information sur le stockage de chaleur*. Office fédéral de l'énergie.
- OFEN. (2025). *Couverture des risques liés aux réseaux thermiques et aux accumulateurs thermiques de longue durée, Directive du 1er janvier 2025*. Office fédéral de l'énergie.
- Pehnt M. et al. (2010). *Die Nutzung industrieller Abwärme - technisch-wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung*. Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative.
- Petitpain L. (2024). *EnRezo - Cartographie des gisements de chaleur fatale - Note méthodologique*. Cerema.
- Programme d'impulsion RAVEL dans le domaine de la chaleur. (1995). *Récupération de chaleur et utilisation des rejets thermiques, Cahier 2*. Office fédéral des questions conjoncturelles.
- Schützenhofer et al. (2026). *A systemic approach for highly integrated industrial and thermal energy systems - Final project report & guidebook*. IEA DHC Annex TS7 - Industry-DHC symbiosis.
- Sres A. et al. (2017). *Livre blanc sur le chauffage à distance en Suisse - Stratégie ASCAD - Rapport final, phase 2 : analyse SIG et étude des potentiels*. Office fédéral de l'énergie et Eicher+Pauli.
- Stefan, J. (2012). *Abwärmenutzung im Betrieb, Klima schützen - Kosten senken*. Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- SuisseEnergie. (2024). *Planification énergétique territoriale - Des outils pour un approvisionnement en chaleur et en froid adapté à l'avenir*. Office fédéral de l'énergie.
- TEP Energy et HSLU. (2026). *Rechenzentren in der Schweiz – Stromverbrauch und Effizienzpotenzial*. SuisseEnergie.

- Zuberi J. et al. (2018). Excess heat recovery : An invisible energy resource for the Swiss industry sector. *Applied Energy* 228, 390-408.
- Zuberi J. et al. (2018). Excess heat recovery potentials in Swiss industrial systems. *ECEEE Industrial Efficiency*. Berlin.

6. ANNEXES

6.1 Arbre de décision pour la température d'exploitation du réseau thermique



Document élaboré dans le cadre du Programme Réseaux Thermiques de l'OFEN

6.2 Outil liste de contrôle et d'évaluation de projets

Outil d'évaluation préliminaire du potentiel d'usage d'un rejet de chaleur de site industriel ou de data center pour alimenter un réseau thermique

L'objectif est d'identifier de manière précoce des projets prometteurs de valorisation de chaleur résiduelle qui ont des chances raisonnables de se concrétiser.

Remarques :

- La liste de contrôle et d'évaluation sert de fil rouge lors d'un entretien avec un.e responsable de l'énergie d'un data center ou d'un site de production. Elle recense les questions à poser afin d'anticiper de potentielles difficultés ou contraintes.
- Une aide à la décision basée sur les données récoltées permet d'identifier les projets prometteurs de manière précoce.
- Par hypothèse, la connaissance des besoins de chaleur de la zone à desservir est considérée comme un prérequis. L'adéquation entre source et besoins est décisive sur la viabilité économique d'un projet de réseau thermique de manière générale.

Mode d'emploi :

- Remplir une fiche de contrôle par source de rejet thermique et ne cocher qu'une colonne par critère (***, ** ou *)
- Les critères potentiellement éliminatoires sont à renseigner obligatoirement et en premier lieu. Si le projet est éliminé, inutile de poursuivre.
- Les critères déterminants au moins devraient également être renseignés pour permettre une évaluation valide.
- Plus de critères sont renseignés, plus précise sera la visibilité vis-à-vis de futures contraintes, risques financiers ou techniques
- Une réserve est émise sur la validité de l'évaluation si la qualité des données disponibles est faible ou lacunaire

Etat des lieux		Unités	Remarques
Données de base			
Nom de l'entreprise et adresse du site			
Coordonnées de la personne de			
Secteur industriel / data center			
Statut de confidentialité			
Caractéristiques du rejet thermique			
Description de la source du rejet			Rejet d'installation technique : p.ex. chaleur dissipée par des équipements informatiques, air comprimé, production de froid (compresseur et condenseur) ou de procédé industriel : p.ex. séchage, air extrait de procédé, eau de refroidissement, eau usagée, ...
Puissance thermique du rejet (P)		[kW]	Si inconnu, relever la puissance installée de l'équipement source du rejet et utiliser un outil d'évaluation web p. ex. afin d'évaluer la quantité de chaleur potentiellement rejetée. Si variable, spécifier les valeurs pour l'hiver et l'été.
Heures à pleine charge (H)		[h/an]	Durée de fonctionnement annuelle sur laquelle des rejets de chaleur sont produits
Energie annuelle disponible (E)		[kWh/an]	Pour rappel : $E [kWh/an] = P [kW] \times H [h/an]$
Température du rejet		[°C]	Spécifier les différences été / hiver. Pour un liquide de refroidissement, température de retour (si important)
Spécification du médium			Par exemple eau, air, vapeur, fumées, liquide (à spécifier), solide et débit disponible
Spécifique aux data centers			Type de système de refroidissement (à cœur, boucle d'eau glacée moyenne ou basse température, détente directe, freecooling)
Aspects techniques et opérationnels			
Durée maximale d'indisponibilité du rejet durant les périodes d'opération		[heures]	Par exemple périodes de fermetures pour maintenance ou vacances
Profil de disponibilité			Continu ou intermittent à spécifier (saisonnier, périodique, par lot), horaires de production, fermeture le week-end
Particularités ou contraintes			
Evolution future prévisible du rejet thermique			Si des mesures générant une réduction du rejet sont prévues : quel % du rejet restera disponible? (p. ex. par amélioration de l'efficacité énergétique, changement de technologie, projet de valorisation interne, modification prévue des lignes ou horaires de production, variation prévue des quantités produites, extension ou arrêt d'une ligne)
Aspects administratifs / légaux			
Confidentialité			Niveau de confidentialité des données transmises, signature d'un accord de non-divulgaration nécessaire?

Cet outil a été développé dans le cadre du projet "Lever les freins à l'utilisation de la chaleur résiduelle dans les réseaux thermiques" (SuisseEnergie 2026). Il a été élaboré sur la base de retours d'expérience et des sources suivantes :

- "Récupération de chaleur et utilisation des rejets thermiques. Cahier 2". Programme d'impulsion RAVEL dans le domaine de la chaleur (1995). Office fédéral des questions conjoncturelles
- "Die Nutzung industrieller Abwärme - technisch-wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung. Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative". Dr. M. Peintl, Aenis M. Frauenhofer-ISE, Prof. Fr. Jochem E. IREES GmbH (2010).
- "ReduzAb CO2-Emissionen REDUZieren durch Abwärme". M.-T. Hildner-Semck et al. Bundesministerium Innovation, Mobilität und Infrastruktur (2026).
- * Le calcul simplifié de la distance limite de raccordement est fourni par l'OFEN (limite de rentabilité de 3ct/kWh pour les conduites, amortissement sur 10 ans, WACC = 0)

Evaluation					
Première étape					
Critères éliminatoires					
1. Age de l'installation qui génère le rejet thermique : Nouvelle ***; en milieu de vie ** ou *; inefficace et en fin de vie !"					
2. Intérêt préliminaire de l'entreprise à se lancer dans un tel projet : Oui ***; modéré ** ou *; aucun !"					
3. Solidité financière de l'industrie / de la branche : situation économique saine ***; difficultés ** ou *; délocalisation prévue !"					
4. Distance de raccordement limite en mètres entre la source des rejets et le réseau, si au-delà "!" (E = énergie annuelle disponible dans les rejets en [kWh/an]) *					
a) En situation favorable (à travers des espaces verts, ...): distance maximum = E / 8'760					
b) En situation défavorable (en centre ville, quartier historique, ...): distance maximum = E / 17'520					
Aide à la décision : Abandonner cette piste si une des cases rouges est activée. Eventuellement stand-by au lieu d'une élimination directe si l'équipement source du rejet thermique est à remplacer.					
Deuxième étape					
Critères déterminants					
5. a) Si réseau défini : Écart entre la température (T) du rejet et celle du réseau : T rejet > T réseau ***; T rejet < T réseau **; T rejet << T réseau *					
b) Si réseau non défini : Température du rejet : > 60°C ***; 30 - 60°C **; < 30°C *					
6. Différence de puissance disponible (P) entre le rejet et le besoin durant la saison de chauffe : P rejet > P réseau ***; P rejet < P réseau **; P rejet << P réseau *					
7. Disponibilité moyenne du rejet de chaleur durant la saison hivernale : > 90% ***; > 80% **; < 80% *					
8. Equipement permettant la captation du rejet : Existant, à raccorder **; existant mais adaptation nécessaire sans contrainte sur l'exploitation **; système de récupération à installer *					
9. Facilité de transfert de la chaleur résiduelle hors des frontières du site (selon localisation et éventuelles contraintes) : Aisé ***; modéré **; complexe *					
10. Médium du flux de chaleur : Eau, air ***; liquide, gaz **, solide *					
Critères d'influence					
11. Réseau thermique : Existant ***; construction en projet **; consommateurs à définir *					
12. Caractéristiques physico-chimiques du flux sur lequel on récupère la chaleur : Propre, inerte, neutre, homogène ***; corrosif, abrasif, toxique, contaminé, sale, inflammable, nécessite un traitement à une température spécifique, ... ** ou *					
13. Les locaux/installations sont la propriété de l'industriel : oui **; non * ou *					
14. Les données reçues sont issues de : mesures ***; estimation solide **; estimation vague ou lacunaire *					
15. Effort nécessaire pour l'acquisition de données le cas échéant : faible ***; modéré **; élevé *					
16. Aspects juridiques compliqués en vue d'un accord contractuel : Non ***; modéré **; oui *					
17. Guidelines / règles de sécurité internes : Standard ***; impact modéré **, très contraignantes *					
18. Gouvernance : entité indépendante ***; ou fait partie d'un groupe industriel ** ou *					
Critères "bonus" indiquant un contexte favorable					
19. La valorisation de chaleur résiduelle permettrait d'améliorer l'image de l'industrie : Oui impact positif à haute valeur ajoutée ***					
20. Coût actuel lié à l'évacuation de la chaleur pour l'industriel : Significatif ***					
21. Disponibilité dans le personnel à attribuer à ce projet : Oui ***					
22. Intérêt de l'entreprise à s'impliquer financièrement/ investir dans le projet de valorisation : Oui ***					
23. Clients clé pour la vente de chaleur présents sur le long terme ***					
24. Plan directeur ou d'aménagement avec obligation de raccordement au chauffage urbain dans la zone concernée ***					
25. Soutien financier au projet : Possibilité de subvention ou de prêt avantageux ***					
26. Assurance des risques : Projet entre dans les critères assurance LCI ***					
Aide à la décision :					
- Un nombre élevé de "****" indique un projet préliminaire considéré comme très favorable					
- Si au moins 3 x "****" ou 4 x "***" dans les critères déterminants : le projet est considéré comme prometteur et une étude de faisabilité est recommandée					
- Le nombre de " " dans les critères déterminants et les critères d'influence est représentatif de la complexité et de l'effort à fournir lors de l'étude de faisabilité et pour les prochaines étapes. Chaque occurrence indique un élément qu'il faudra traiter et résoudre et qui se traduira par une charge financière supplémentaire.					